

Б. А. Оленев,
Е. М. Мордкович,
В. Ф. Калошин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВ
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ
ПЛАСТИЧЕСКИХ
МАСС**

Б. А. Оленев
Е. М. Мордкович
В. Ф. Калошин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ПРОИЗВОДСТВ
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ
ПЛАСТИЧЕСКИХ
МАСС



Москва,
«Химия», 1982

Оленев Б. А., Мордкович Е. М., Калошин В. Ф.

Проектирование производств по переработке пластических масс. — М., Химия, 1982. — 256 с., ил.

Обобщен передовой отечественный и зарубежный опыт в области проектирования производств по переработке пластмасс. Рассмотрены стадии проектирования практически всех крупнотоннажных изделий и полуфабрикатов из пластических масс. Освещены вопросы организации труда, разработки генеральных планов предприятий и охраны окружающей среды. Даны рекомендации по реконструкции действующих цехов и участков.

Для инженерно-технических работников проектных организаций и предприятий по переработке пластических масс. Может быть полезна студентам вузов и учащимся техникумов соответствующих специальностей.

256 с., 76 табл., 68 рис., список литературы 67 ссылок.

Рецензент: главный специалист
технического отдела Гипропласта

И. Г. Данилевский

О 2803090100—048 48.82
050(01)—82

© Издательство «Химия», 1982 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	4
Глава	I. Технико-экономическое обоснование (ТЭО)	11
Глава	II. Исходные данные для проектирования	23
Глава	III. Расчет производственных мощностей	29
Глава	IV. Разработка технологической схемы производства изделий из реактопластов методом горячего формования	48
Глава	V. Разработка технологической схемы производства изделий из термопластов методом литья под давлением	71
Глава	VI. Разработка технологической схемы производства объемных изделий из пластмасс методом экструзии с раздувом (выдуванием)	107
Глава	VII. Разработка технологической схемы производства изделий из пластмасс методом вакуум- и пневмоформования	113
Глава	VIII. Разработка технологической схемы производства полимерных пленок	120
Глава	IX. Разработка технологической схемы производства листов из термопластов и слоистых пластиков	146
Глава	X. Разработка технологической схемы производства труб из полимерных материалов	152
Глава	XI. Основные компоновочные и строительные решения производств изделий и полуфабрикатов из пластмасс	172
Глава	XII. Организация труда	188
Глава	XIII. Генеральный план заводов по переработке пластмасс	218
Глава	XIV. Охрана окружающей среды, промсанитария, техника безопасности	224
Глава	XV. Технико-экономическая часть	234

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время уровень мировой экономики и экономики отдельных стран все в большей мере зависит от уровня развития производства и применения полимерных материалов.

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрена программа роста производства синтетических смол и пластических масс до 6—6,25 млн. т в 1985 г. При этом соответственно увеличится выпуск изделий (литьевых, выдувных, вакуум-формованных, профильно-погонажных и других) и полуфабрикатов (пленок, труб, листов) из пластмасс.

Ниже приведены данные о производстве синтетических смол и пластических масс в отдельных странах (табл. 1 и 2).

Потребность всех отраслей народного хозяйства в пластических массах, полуфабрикатах и изделиях из них непрерывно возрастает; в связи с этим темпы роста производства пластических масс и синтетических смол в дальнейшем будут опережать темпы роста народного хозяйства в целом, и в том числе химической и нефтехимической промышленности.

За короткий срок (практически за 20 лет) в стране создана новая подотрасль промышленности по переработке пластмасс, включающая более чем 2000 заводов, цехов и участков, подведомственных 80 министерствам и ведомствам.

К настоящему времени парк технологического оборудования для переработки пластмасс насчитывает около 70 тыс. машин. Однако эффективность использования этого оборудования не на всех предприятиях достаточно высока. На предприятиях ряда министерств и ведомств не созданы специализированные производства, в парке машин имеется морально устаревшее оборудование, не всегда своевременно внедряются новые технологические процессы. На этих предприятиях низка производительность труда, неэффективно используется оборудование. Так, на предприятиях Министерства химической промышленности съем продукции в год с одного пресса и с одной литьевой машины соответственно в 4 и в 2 раза выше, чем на предприятиях мини-

Таблица 1. Производство всех синтетических смол и пластических масс в некоторых странах*

Страна	1950 г.	1960 г.	1970 г.	1975 г.	1977 г.	1978 г.
США	1,0	2,8	8,7	10,7	14,3	15,8
	7	16	43	50	66	72
ФРГ	0,08	1,0	4,3	5,1	6,3	6,8
	1,7	18	74	85	105	113
Япония	0,02	0,6	5,1	5,2	5,8	6,5
	0,2	6	49	46	51	57
Мировое производство	1,6	6,9	30,2	39,5	50,7	55,4
	0,6	2	8	10	12	13

* В числителе приведено общее производство в млн. т, в знаменателе — производство на душу населения (в кг).

стерств электротехнической промышленности, автомобильной промышленности, местной промышленности РСФСР и некоторых других министерств и ведомств.

Более высокая производительность оборудования на предприятиях химической промышленности объясняется в значительной мере тем, что большинство цехов по переработке пластмасс на указанных заводах запроектированы специализированной

Таблица 2. Производство основных видов синтетических смол и пластических масс в некоторых странах (в тыс. т)

Вид синтетических смол и пластмасс	1960 г.	1970 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.
Полиэтилен и полипропилен						
США	625	3101	4258	5137	5809	6281
ФРГ	81	900	1250	1724	1724	1750
Япония	41	1884	1889	2062	2075	2400
Поливинилхлоридная смола и сополимеры						
США	424	1420	1676	2062	2389	2561
ФРГ	173	777	833	964	897	955
Япония	258	1161	1125	1044	1031	1150
Полистирол и сополимеры стирола						
США	482	1610	1759	2151	2360	2477
ФРГ	81	500	450	595	580	590
Япония	22	668	690	875	200	1000
Фенольные смолы и пресс-порошки						
США	295	538	477	592	815	796
ФРГ	77	167	192	230	230	Нет данных
Япония	43	219	196	254	246	268

проектной организацией. При этом мощности производств выбраны близкими к значениям эффективных мощностей, структура парка технологического оборудования приближена к оптимальной, внедрены прогрессивные технологические решения. Тем не менее достигнутые на заводах химической промышленности показатели производительности труда и съема продукции с единицы оборудования также могут быть значительно улучшены.

Одним из путей улучшения этих показателей является разработка и внедрение прогрессивных проектных решений. Накопленный Госпластпроектом опыт проектирования производств по переработке пластмасс, а также изучение опыта передовых зарубежных стран позволяет определить основные направления в проектировании производств по переработке пластмасс с учетом внедрения новых технологических процессов и нового технологического оборудования. Эти направления для основных видов производств изделий и полуфабрикатов из пластмасс различаются не только по технологическим признакам, но и по организационным.

Ниже кратко освещены основные направления развития отдельных видов производств по переработке пластмасс.

Опережающими темпами развивается производство изделий и полуфабрикатов из термопластов.

ПРОИЗВОДСТВО ЛИТЬЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Производство литьевых изделий в одиннадцатой пятилетке будет развиваться опережающими темпами.

Одно из главных условий развития производства литьевых изделий в одиннадцатой пятилетке и в ближайшей перспективе — концентрация и специализация. Установлено, что в различных отраслях промышленности специализированные литьевые производства мощностью свыше 1 тыс. т/год по съему с одной машины достигают уровня специализированных заводов Министерства химической промышленности. Концентрация производства в отраслях с одновременной специализацией по ассортименту создает предпосылки для организации автоматизированных участков и цехов литья под давлением во всех отраслях народного хозяйства.

Уже накоплен опыт проектирования автоматизированных литьевых производств. Несколько автоматических линий смонтированы и успешно эксплуатируются.

ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРУЗИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В связи с увеличением потребности народного хозяйства в экструзионных изделиях производство их будет развиваться высокими темпами.

Методом экструзии могут перерабатываться почти все термопласты. Этот метод применяется для гранулирования термопла-

стов, получения пленок, труб, листов, профилей и других изделий.

Большинство экструзионных процессов осуществляется с применением одночервячных машин. За последние годы успехи отечественной науки и машиностроения обеспечили значительный рост единичной мощности экструдеров. Так, производительность линии по выпуску труб из термопластов на базе экструдера с червяком диаметром 125 мм достигла 600 кг/ч.

Увеличение объемов производства, рост единичной мощности оборудования, необходимость организации механизированного складирования и погрузки при отправке массовой продукции (труб, пленок) определяют целесообразность строительства специализированных заводов большой мощности по выпуску экструзионных изделий. Сейчас в стране выпуск пленок осуществляется на 98 предприятиях, листов — на 19 и труб — на 46 предприятиях.

Основными путями развития экструзионных производств в одиннадцатой пятилетке являются: модернизация и замена существующего экструзионного оборудования, а также строительство новых цехов и заводов.

Предстоит решать задачи по переработке проектов цехов и заводов пластмассовых труб, в том числе из высоконаполненных термопластов. В их составе необходимо предусматривать производства соединительных деталей к трубам. Особого внимания заслуживает определение оптимального ассортимента труб, обеспечивающего достижение наибольшего экономического эффекта от их применения.

Управление и контроль над производством на новых заводах будет осуществляться с помощью ЭВМ. Система автоматизации будет решать не только задачи управления транспортировкой сырья, контроля подачи и расхода, ведения производственного учета, но и контроля и регулирования основных технологических параметров процессов (температура, давление и др.). Благодаря этому будет достигнуто рациональное управление производством, увеличение производительности оборудования и улучшение качества продукции.

Примером проекта, удовлетворяющего в основном перечисленным выше требованиям, является проект крупнейшего в Европе завода труб и деталей трубопроводов из полиэтилена (г. Казань). Мощность завода 50 тыс. т труб в год, диаметр выпускаемых труб от 63 до 1200 мм.

Прогрессивные проектные решения при разработке проектов производств полиолефиновых пленок должны предусматривать: полную автоматизацию процесса подачи сырья; применение ЭВМ для управления производством и технологическим процессом; максимальную механизацию вспомогательных операций. Все это даст возможность получить выработку продукции на одного работающего до 100 т/год.

Указанные прогрессивные решения были заложены в проекте производства полиолефиновых пленок на Киевском заводе полимерных материалов.

Что же касается действующих небольших цехов и участков, то предстоит решать задачи концентрации производства путем сгруппирования на одном предприятии не менее 10—15 экструдеров с целью создания законченного цикла и организации автоматизированного процесса.

Выпуск листов из термопластов достиг значительных размеров. В одиннадцатой пятилетке предстоит решать проблемы улучшения качества листа в соответствии с возросшими требованиями потребителей и интенсификации производства путем применения более производительного оборудования, выпускающего лист шириной до 3 м.

Наряду с традиционными экструзионными производствами (трубы, пленки, листы) будут создаваться крупнотоннажные специальные производства полистирольной, полиимидной пленок, поликарбонатных пленок и листов и т. д. Все эти производства должны отличаться высоким уровнем механизации и автоматизации.

ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКТОПЛАСТОВ

Задачи, стоящие перед проектировщиками в производстве изделий из реактопластов, имеют свои особенности. Это объясняется тем, что к настоящему времени мощности по выпуску изделий из реактопластов достигли значительных размеров и относительный рост производства этих изделий по сравнению с ростом производства продукции из термопластов на обозримый период будет намного ниже.

В течение девятой и десятой пятилеток сделан хороший задел по подготовке нового оборудования, созданы роторные линии, ротационно-цепные прессы, реактопластавтоматы, автоматические прессы с непрерывной дозировкой пресс-порошка или со шнековой приставкой.

Основная задача в области переработки реактопластов — реконструкция существующих цехов и участков. Предстоит обновить на 70—80% парк прессового оборудования. Это мероприятие позволит без строительства новых заводов не только выполнить задания по росту объемов производства, но и сократить значительную часть имеющегося неэффективного прессового оборудования.

Известно, что условия труда в прессовых цехах менее комфортны, чем в цехах других производств. В целях резкого повышения производительности труда и кардинального изменения условий труда при реконструкции действующих предприятий и создании новых специализированных цехов в 11-й пятилетке техническую основу должны составлять автоматические линии и участки, создаваемые на основе типовых технологических реше-

ний. При проектировании их предстоит решать следующие вопросы: выбор оптимального метода переработки реактопластов; применение дозирующего сырья; обеспечение требований к санитарным условиям труда.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОЧИХ ВИДОВ ИЗДЕЛИЙ

Из прочих методов переработки пластмасс в изделия можно выделить выдувание, пневмовакуумное формование, центробежное литье, спекание, литье мономера в форму. При проектировании производств, работающих по этим методам, приходится решать следующий круг вопросов, общих для всех видов переработки пластмасс: комплексная механизация и автоматизация; выбор оптимальных мощностей; специализация производства.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ФОРМ И ОСНАТКИ

Эффективность производства изделий из пластмасс в значительной степени зависит от конструкции и качества применяемых форм и оснастки.

Конструкция форм и оснастки определяет степень механизации и автоматизации процесса литья. Основные направления в конструировании форм заключаются в создании форм для работы в автоматическом режиме с различными вариантами отделения литника от изделия, в том числе горячеканальных и многогнездных безлитниковых форм. Ведутся работы по созданию форм с автоматической установкой арматуры и отбором готовых изделий манипуляторами. Для крупносерийного производства эффективно применение форм из специальных сталей (эти формы выдерживают 2—3 млн. отливок).

По данным Госпластпроекта для производства 1 тыс. т изделий требуется 800—1000 форм с условной трудоемкостью изготовления одной формы 500 нормо-часов. При укрупненных расчетах потребность в формах принимается равной трем на одну литьевую машину.

При проектировании инструментальных цехов для предприятий Министерства химической промышленности предполагается, что мощность этих цехов будет использована на 60—65% для производства новых форм, на 25—30% для ремонта форм и на 8—10% для изготовления инструмента и прочих работ.

СОЗДАНИЕ КЛАССИФИКАТОРА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Значительно облегчит проектирование и повысит качество проектов создание классификатора изделий из пластмасс и разработка на его основе типовых технологических процессов для определенных групп изделий. Классификатор позволяет объединить в определенные группы десятки тысяч наименований изделий по таким характерным признакам, как размеры и конфигу-

рация, наличие арматуры, резьбы, назначение и т. д. В результате появляется возможность максимально унифицировать однотипные изделия, специализировать многочисленные литьевые цехи, т. е. наладить выпуск определенных групп изделий и добиться оптимальной загрузки литьевых машин по объему впрыска. В настоящее время создана математическая модель информационно-поисковой системы, которая позволяет при помощи ЭВМ определять, за какими заводами должны быть закреплены те или иные изделия. В будущем на основе описания изделий из пластмасс и технологии их переработки ЭВМ сможет выдавать в кратчайший срок необходимые технико-экономические данные, связанные с освоением новых изделий и рентабельностью их производства.

Важнейшими задачами дальнейшего развития промышленности по переработке пластмасс являются:

- обеспечение запланированного прироста производства продукции без увеличения численности работающих, т. е. за счет повышения производительности труда;
- снижение себестоимости продукции;
- освоение выпуска новых видов изделий и полуфабрикатов;
- повышение качества пластмассовых изделий.

Настоящая книга является методическим руководством по проектированию производств изделий и полуфабрикатов из пластмасс, обеспечивающему решение изложенных выше задач.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Проектирование предприятий или отдельных производств осуществляется на основе утвержденной в установленном порядке схемы развития и размещения подотрасли, разработанной на период не менее чем на 15 лет (по пятилеткам).

В составе этой схемы должны содержаться расчеты, обосновывающие целесообразность проектирования, строительства, реконструкции или расширения предприятий или производств, определяются расчетная стоимость строительства (реконструкции, расширения) и другие основные технико-экономические показатели объектов. Обосновывающие материалы разрабатываются на объекты сметной стоимости 3 млн. руб. и выше.

В обосновывающих материалах намечаются площадки для строительства и применительно к ним разрабатываются схемы генерального плана предприятия, технологические схемы основных производств и в соответствии с ними определяются объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. В материалах на основании нормативов и укрупненных стоимостных показателей определяется стоимость строительства, рассчитываются основные технико-экономические показатели, подтверждающие экономическую эффективность строительства и эксплуатации предприятия.

Разработка обосновывающих материалов необходима для составления перечней вновь начинаемых строек, а также перечней действующих предприятий, намечаемых к реконструкции и расширению в соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля 1979 г.

В этих материалах приводятся данные о существующем состоянии реконструируемого или расширяемого действующего предприятия, дается оценка и подробный анализ хозяйственной деятельности его, приводятся основные технико-экономические показатели его работы по отчету за год, предшествующий разработке данной документации.

При анализе работы предприятия особое значение придается использованию действующих производственных мощностей, выявляются причины неудовлетворительной работы и пути их устранения.

Характеристика действующего предприятия приводится на основании обследования его с целью получения необходимых исходных данных для разработки проектных решений.

В условиях обязательного составления паспортов предприятий (производственных объединений), определенных «Положением о паспорте производственного объединения (предприятия)», утвержденным Госкомитетом СССР по науке и технике, Госпланом СССР, ЦСУ СССР, Госстандартом, Госстроем СССР

4 октября 1979 г., задача обследования действующих предприятий значительно упрощается. Накопление отчетных данных по паспортам за ряд лет позволяет путем статистической обработки данных выявить закономерности изменения ряда важнейших показателей и тем самым определить эффективные пути перспективного развития предприятий.

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ, РАССМАТРИВАЕМЫХ В ОБОСНОВЫВАЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ

Исходные данные

Приводятся постановления директивных органов, схема развития отрасли, схема развития производительных сил экономического района (республики), в котором намечается строительство (расширение, реконструкция) предприятия.

Предпосылки для строительства

Рассматривается наличие сырьевой базы, обеспеченность топливно-энергетическими ресурсами, наличие свободной территории, строительной организации, трудовых ресурсов и др.

Определение проектной мощности и специализации

Определяется проектная мощность и специализация предприятия, обосновывается ассортимент предназначенной к выпуску продукции. Определяется возможность необходимого прироста продукции за счет реконструкции действующих производств, строительства нового производства в составе действующих предприятий или строительства нового предприятия.

Обоснование проектной мощности предприятия (производства) в значительной мере осуществляется одновременно с определением потребности в продукции, намечаемой к выпуску.

Потребность в изделиях из пластмасс определяется, как правило, с использованием научнообоснованных норм расхода. Потребность в важнейших видах изделий, в полуфабрикатах из пластмасс определяется научно-исследовательскими отраслевыми институтами. Методическое руководство и составление сводных сведений о потребности осуществляет ВНИИпластпереработка.

Сбалансирование или увязка определенных на перспективный период потребностей в изделиях и полуфабрикатах из пластмасс с возможным объемом их производства осуществляется разработчиками схем развития отрасли при помощи материальных балансов. Такие балансы составляются в натуральном выражении по общепринятой схеме (табл. I.1).

Составление баланса начинается со второй его части, т. е. с распределения. На плановый год объем этой части определя-

Таблица I.1. Баланс изделий и полуфабрикатов из пластмасс по экономическому району (цифры условные, тыс. т)

Наименование разделов	Отчетный год— 1979 г.	Плановый год— 1985 г.
I. Ресурсы, всего	65	120
В том числе:		
производство	34	69
импорт	1	2
ввоз из других районов	26	42
остатки на начало периода	4	7
II. Распределение, всего	65	120
В том числе:		
производственно-эксплуатационные нужды	38	76
капитальное строительство	8	10
специальные расходы	2	2
рыночный фонд	7	13
экспорт	1	1
вывоз в другие районы	5	10
остатки на конец планового периода	4	8

ется с помощью данных о потребности по каждой статье расходной части баланса.

Основной статьей распределительной части баланса являются производственно-эксплуатационные нужды, составляющие до 60% всего объема производимых изделий и полуфабрикатов из пластмасс. В эту статью входит потребность на производство готовой продукции, текущий и капитальный ремонт, освоение новой техники, изготовление нестандартного оборудования и т. д.

Потребность в изделиях и полуфабрикатах из пластмасс для капитального строительства рассчитывается на основе намечаемого объема капитальных вложений и укрупненных норм расхода на 1 млн руб. стоимости строительно-монтажных работ.

Значительная часть изделий из пластмасс предусматривается в статье «рыночный фонд» для продажи населению и колхозам через государственную и кооперативную торговлю. При определении размера этой потребности на плановый год исходят из спроса на товары из пластмасс, баланса денежных доходов и расходов населения и состояния ресурсов пластмасс и синтетических смол.

Экспорт в балансах предусматривается в соответствии с экспортно-импортным планом.

Для вовлечения в ресурсы определяются размеры остатков готовой продукции у поставщиков на предприятиях и базах на конец планируемого года.

Очень важным элементом работы над балансом является определение возможных объемов производства изделий и полуфабрикатов из пластмасс в плановом периоде.

Объем производства в ресурсной части баланса определяется на основе расчетов, в которых предусматривается наиболее полное использование действующих производственных мощностей, а также намечаемые в плановом периоде ввод и освоение новых мощностей за счет как реконструкции, так и нового строительства.

Выявленный на основе баланса дефицит в продукции переработки пластмасс должен быть покрыт за счет ввода дополнительных мощностей. При этом проверяется, насколько полно учтен возможный прирост мощностей на действующих предприятиях.

Расчет ввода дополнительных мощностей выполняется в следующем порядке [1].

В первую очередь определяется прирост производственной мощности за счет проведения организационно-технических мероприятий и технического перевооружения. Затем определяются возможные объемы прироста производства продукции за счет предложений по реконструкции и расширению действующих предприятий для покрытия выявленного дефицита. С учетом этого определяется размер необходимого объема производства за счет строительства нового предприятия.

Очень важным этапом работ на этой стадии является определение технической возможности и экономической целесообразности реконструкции и расширения действующих предприятий для покрытия выявленного дефицита данной продукции [2].

Известно, что реконструкция и расширение действующих предприятий обеспечивает значительный экономический эффект, который выражается в снижении себестоимости продукции, сокращении сроков строительства и освоения проектных мощностей и т. д. Все это предопределяет необходимость поиска путей увеличения мощностей на действующих предприятиях. В обосновывающих материалах приводятся основные сведения о возможных объемах увеличения производства на действующих предприятиях за счет расширения и реконструкции производства, необходимых капитальных вложениях и показателях эффективности строительства и эксплуатации этих производств.

Делается сводка прироста мощностей и производства на перспективный период по всем предприятиям, и результаты вносятся в баланс производства и потребления. Примерная схема сводки прироста мощности и производства приводится в табл. 1.2.

На основе предварительного расчета баланса производства и потребления с учетом прироста мощности за счет расширения и реконструкции устанавливается превышение потребности над ресурсами. Это превышение (дефицит) должно быть покрыто за счет нового строительства, в том числе и за счет рассматриваемого предприятия.

Величина производственной мощности нового (или реконструируемого, расширяемого) предприятия должна соответство-

Таблица 1.2. Сводка прироста мощностей и производства за счет реконструкции и технического перевооружения в экономическом районе (цифры условные, тыс. т)

Наименование продукции	Мощность на 1.01—81 г.	Прирост мощности за 1981—1985 гг.	Мощность на конец 1985 г.	Производство в 1980 г.	Прирост производства за 1980—1985 гг.	Производство в 1985 г.
Прессованные изделия	15	5	20	12	6	18
Литьевые изделия	14	9	23	12	9	21
Выдувные изделия	5	10	15	4	9	13
Прочие изделия	1	1	2	1	1	2
Всего	35	25	60	29	25	54

вать оптимальному размеру производства и принятой форме специализации предприятий по переработке пластмасс [3].

Все расчеты по производственным мощностям и динамике производства изделий из пластмасс подлежат согласованию с Госпластпроектом — головным институтом по данной проблеме.

Эффективность проектируемого производства непосредственно связана со специализацией. В производствах по переработке пластмасс все участки и цеха должны быть специализированы, как правило, по технологическому и ассортиментальному признаку.

Развитие промышленности по переработке пластмасс (как межотраслевых производств) должно происходить двумя путями: первый путь — создание специализированных предприятий, призванных обслуживать все отрасли народного хозяйства; второй путь — развитие производств по переработке пластмасс в каждой отрасли за счет создания крупных специализированных цехов (более подробно — см. гл. III).

Ассортимент продукции определяется в соответствии с народнохозяйственными потребностями и уточняется по данным расчетов загрузки оборудования. Структура и ассортимент продукции должны соответствовать принятой схеме специализации участков, цехов и всего предприятия.

Оценка уровня качества продукции, проектируемой к выпуску, производится в соответствии с «Основными положениями единой системы аттестации качества промышленной продукции», утвержденными Госстандартом СССР 28 июля, 1971 г. за № 39—19/01.

Следующим важным этапом работы является определение оптимального состава предприятия, пусковых комплексов и очередей строительства.

На основе данных о специализации отдельных производств и их оптимальных размерах формируется состав основных производств будущего предприятия.

Состав и мощности подсобно-вспомогательных и обслуживающих объектов рассчитывают, исходя из потребностей основного производства и возможности кооперирования в промузле или территориально-производственном комплексе (ТПК).

Пусковые комплексы и очереди строительства определяются на основе норм продолжительности строительства.

Обоснование размещения объектов и выбора площадки для строительства

Обосновывается необходимость размещения предприятия, производства в районе, области. При условии нового строительства рассматривается несколько вариантов географических точек для размещения предприятия, производства, исходя из следующих предпосылок: близость к районам потребления готовой продукции и поставщикам сырья; наличие благоприятных условий топливо-, энерго- и водоснабжения, благоприятных транспортных условий; предпосылки для кооперации с другими предприятиями; наличие трудовых ресурсов и обеспеченность жильем; соблюдение действующих законодательств об охране земельных ресурсов, природы, ограничении развития крупных городов и др. Характеристика альтернативных районов размещения. Краткое описание обследованных площадок для размещения намечаемого к проектированию объекта.

Выявление места размещения новых, реконструкции и расширения действующих промышленных предприятий сметной стоимостью 3 млн. руб. и выше является первой задачей размещения новых, реконструкции и расширения действующих промышленных предприятий, решаемой при составлении схемы развития и размещения отрасли [4].

На этой стадии министерствами и ведомствами направляются ходатайства о размещении новых, реконструкции и расширении действующих предприятий в Совет Министров автономной республики, крайисполком, облисполком, Мосгорисполком, Ленгорисполком, содержащие материалы, характеризующие:

объем производства (увеличение объема производства) промышленной продукции;

характер технологического сырья, ориентировочную потребность в нем и источники удовлетворения этой потребности;

ориентировочную потребность в топливе, электроэнергии, воде, намечаемые источники удовлетворения этой потребности, в том числе за счет участия министерства (ведомства) в сооружении и развитии топливно-энергетических и водохозяйственных объектов;

требования к транспортным условиям района размещения (для предприятий с грузоемкими видами продукции) и возможность участия министерства (ведомства) в создании этих условий;

потребность намечаемого к строительству (реконструкции, расширению) промышленного предприятия в рабочей силе;

участие министерства (ведомства) в строительстве жилых домов, объектов просвещения, здравоохранения, торговли и других объектов непроизводственного назначения в связи с намечаемым увеличением численности населения;

примерную потребность в основных местных строительных материалах и возможность участия министерства (ведомства) в развитии промышленности местных строительных материалов; возможность размещения в промышленном узле, комбинирования и кооперирования нового промышленного предприятия с другими предприятиями в районе размещения;

возможные отрицательные последствия влияния на окружающую среду намечаемого к строительству (реконструкции, расширению) предприятия и предлагаемые мероприятия по их устранению;

примерные размеры земельного участка, необходимого для осуществления строительства нового, реконструкции и расширения действующего предприятия с учетом вспомогательных объектов и непроизводственного строительства;

ориентировочный объем капитальных вложений (в том числе строительно-монтажных работ) и сроки строительства (реконструкции, расширения) предприятия;

ориентировочные данные о возможной подрядной строительной организации, которая будет осуществлять строительство.

В связи с тем, что перечисленные данные для согласования пункта и района размещения предлагаемых к строительству производств должны быть подготовлены до выполнения необходимых расчетов к обосновывающим материалам, следует определять их по укрупненным нормативам, а при отсутствии их — по утвержденным проектам-аналогам или данным передовых действующих предприятий, скорректированным с учетом основных направлений научно-технического прогресса на планируемый год ввода в действие проектируемых производств.

Основными нормативами для определения данных о промышленном предприятии, предлагаемом к размещению (реконструкции, расширению), являются: нормативы удельных капитальных вложений по методам переработки пластмасс и формам воспроизводства, рассчитанные применительно к условиям строительства во II-м климатическом районе и I-м территориальном поясе; перспективная производительность труда работающего и рабочего; основные технологические нормативы по расходным показателям на сырье и материалы, удельным площадям, водо-, тепло-, газо-, воздухо- и электропотреблению на единицу продукции; нормативные коэффициенты застройки и ряд других нормативов.

При выборе пункта размещения будущего предприятия в обосновывающих материалах необходимо рассмотреть как минимум две конкурирующие точки, а в каждом из пунктов также

должно быть рассмотрено несколько площадок строительства (не менее двух).

Для оценки и выбора наилучшего варианта размещения будущего предприятия (сооружения) проводится технико-экономическое сравнение этих вариантов, приведенных к сопоставимым условиям:

обеспечение сырьем, топливом, электроэнергией, водой, сброс промышленных стоков и затраты на их развитие;

наличие трудовых ресурсов в районе и затраты по их подготовке или привлечению со стороны;

районные различия в затратах на строительные-монтажные работы и в надбавках к заработной плате;

комбинирование и кооперирование производства с другими предприятиями;

необходимость развития внешнего транспорта и затраты на эти мероприятия;

мощность строительных организаций и необходимость их развития в связи с новым строительством;

наличие удобных площадок для строительства предприятия и планировочные затраты;

потребность в строительстве объектов жилищно-гражданского строительства и стоимость этого строительства;

долевые затраты на развитие объектов промузла или городского хозяйства;

наличие факторов, осложняющих строительство (просадочные грунты, карстовые явления, подземные выработки, необходимость гидроизоляции и т. д.).

Окончательная оценка вариантов размещения осуществляется по формуле сравнительной экономической эффективности капитальных вложений. Приведенные затраты по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат (C_i) и капитальных вложений (K_i), приведенных к одинаковой размерности с помощью нормативного коэффициента эффективности ($E_n = 0,15$) [5]. Эта сумма должна быть минимальной:

$$C_i + E_n K_i \longrightarrow \min \quad (I.1)$$

Обеспечение предприятия (производства) сырьем, полуфабрикатами

Приводятся данные о наличии исходного сырья с учетом перспективы, необходимые мероприятия для обеспечения предприятия сырьем, полуфабрикатами. Данные о побочных продуктах, отходах производства, их количестве, путях использования (уничтожения).

Возможность обеспечения проектируемого производства сырьем, соответствующим требованиям ГОСТ, ТУ, МРТУ, определенных марок и качества, должна быть подтверждена головными организациями, ответственными за составление балансов производства и потребления данного вида сырья.

В условиях дефицита необходимого сырья следует провести мероприятия, обеспечивающие покрытие его с указанием необходимых объемов капитальных вложений и возможных сроков поставки сырья в требуемом количестве.

В случае закупки сырья по импорту в обосновывающих материалах приводится расчет экономической эффективности использования импортного сырья.

Генеральный план, рекультивация земель

Для новой площадки должны быть указаны: характеристика площадки строительства; размер санитарно-защитной зоны и мероприятия по ее созданию; схема генплана, включая основные технико-экономические показатели (площадь территории в ограждении, га; площадь застройки, га; плотность застройки, %; площадь автодорог и подъездов, м²; длина внутривоздушных железнодорожных путей, м); вопросы внешнего и внутривоздушного транспорта. В случае реконструкции предприятия указывается: размер санитарно-защитной зоны с учетом реконструкции; мероприятия по ее расширению (созданию) — перенос, снос, благоустройство.

Основные технологические решения

Рассматривается производственно-техническая структура предприятия, состав и мощности производств. По основным видам производств приводятся исходные данные для проектирования: технологические регламенты, отчеты, протоколы совещаний и т. д. Дается обоснование производительности единичной линии (агрегата), кратко рассматриваются и обосновываются технические решения по определяющим узлам технологической схемы, обосновывается выбор основного оборудования. Для реконструируемых производств анализируется физический и моральный износ имеющегося оборудования и приводятся соображения о целесообразности его замены и использования. Особо тщательно обосновывается необходимость применения импортного оборудования. Приводится описание технологических схем и материальный баланс с таблицей расходов сырья. Обосновываются необходимые запасы хранения сырья и готовой продукции, вид тары, описание процесса упаковки. Приводятся данные по компоновочным решениям, основные требования по технике безопасности и пожарной безопасности.

Основные решения по объектам вспомогательного и подсобно-производственного назначения

На предприятиях переработки пластмасс проектируются следующие объекты вспомогательного назначения: инструментальный цех; ремонтно-механический цех; ремонтно-строительный

цех; тарный цех; цех ремонта КИПиА; электроремонтный цех; зарядно-аккумуляторная; прачечная; склады (материальный, площадки открытого хранения металла, пиломатериалов и др.).

В данном разделе представляется обоснование необходимости создания в составе завода вспомогательных служб в полном объеме при отсутствии возможности получения ряда услуг по кооперации (ремонт оборудования, ремонт электрооборудования, изготовление пресс-форм, тары и т. д.).

В условиях реконструкции или расширения действующего предприятия приводятся данные о возможностях существующих вспомогательных цехов обеспечить потребности вновь вводимых производств соответствующими услугами, а при необходимости обосновывается их расширение или реконструкция.

Автоматизированные системы управления, связь и сигнализация

Обосновывается целесообразность применения АСУ, определение эффективности и основных технико-экономических показателей.

Энергоснабжение и теплоснабжение

Обеспечение электроэнергией, расчеты установленной мощности, потребляемой мощности и годового расхода. Расчет потребности в тепловой энергии. Обеспечение топливом, сжатым воздухом, холодом, азотом и другими видами энергоресурсов.

Основные архитектурно-строительные решения, отопление и вентиляция

Разбираются возможные компоновочные варианты и приводятся параметры зданий, перечисляются основные решения, материал для каркасов, фундаментов, т. е. новые материалы, утеплители и т. д. Приводятся основные решения по отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.

Водоснабжение и канализация

Обосновывается потребность предприятия в питьевой воде и для производственных нужд. Приводятся предварительные расчеты бытовой и промышленной канализации.

Мероприятия по охране окружающей среды

Приводится краткое описание технологии с точки зрения воздействия на окружающую среду с указанием основных потенциальных источников загрязнения окружающей среды (в том числе и от вспомогательных цехов и установок, холодильных

станций, котельных, складов и др.). Приводится перечень сооружений, установок и устройств локальной очистки сбросов в атмосферу, очистки сточных вод, обезвреживания производственных отходов. Мероприятия по охране водоемов, почвы, подземных вод и т. д.

Расчетная стоимость строительства

Приводится сводный расчет стоимости строительства (реконструкции, расширения) по следующей форме:

Наименование строящегося или реконструируемого объекта							
Составлен в ценах 19—г.							
№ пп	№ расчета	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Стоимость, тыс. руб.				всего
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, приспособлений и производственного инвентаря	прочих работ и затрат	
1	2	3	4	5	6	7	8

Составлен _____
Наименование проектной организации

Определяются затраты на промышленное строительство, жилищно-гражданское строительство и (при необходимости) на создание базы стройиндустрии. По двум последним приводится обоснование строительства.

Очередность и продолжительность строительства и основные решения по его организации

Разрабатывается ориентировочный календарный план строительства, определяющий продолжительность строительства и распределение объемов работ по годам. Определяется потребность в строительных конструкциях и материалах и источники их получения.

Экономика производства и строительства

Определяется численность обслуживающего персонала по объектам и категориям трудящихся, приводятся данные об источниках обеспечения кадрами, рассчитывается производительность труда на одного работающего и на одного рабочего в рублях и в натуральном выражении, показатели производительности труда сравниваются с показателями ранее выполненных про-

ектов и передовых действующих производств. Отклонения анализируются и объясняются. Исчисляется годовой фонд заработной платы. Рассчитываются удельные капитальные вложения и также анализируются. Составляется калькуляция себестоимости единицы продукции и сравнивается с себестоимостью аналогичной продукции на передовых действующих производствах или с себестоимостью в ранее выполненных проектах.

Порядок расчета и методы анализа основных технико-экономических показателей в обосновывающих материалах аналогичны расчетам, выполняемым в технико-экономической части проекта, и подробно описаны в гл. XV.

Определяются рентабельность производства, фондоотдача, срок окупаемости и сравниваются со среднеотраслевыми.

Технико-экономические показатели предприятия (производства), на строительство (реконструкцию) которого разрабатываются обосновывающие материалы, сводятся в таблицу [6, 7].

Требования к научно-исследовательским, машиностроительным и другим организациям

При необходимости приводится перечень научно-исследовательских работ, выполнение которых связано со строительством обоснованного в материалах объекта, требования по отработке технологических процессов и изготовлению новых видов оборудования.

Выводы и предложения

Выводы и предложения должны содержать:

данные, подтверждающие народнохозяйственную необходимость организации проектируемого производства или строительства нового предприятия;

обоснование экономической целесообразности и эффективности размещения проектируемого производства в выбранном пункте строительства или же реконструкции или расширения действующего предприятия;

экономическую оценку выбранной площадки строительства; основные технико-экономические показатели, подтверждающие экономическую эффективность и целесообразность строительства (реконструкции или расширения) предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания к разработке государственных планов экономического и социального развития СССР. М., Экономика, 1980. 791 с.
2. Методика экономического обоснования сравнительной экономической эффективности расширения, реконструкции и нового строительства предприятий химической промышленности. М., НИИТЭХИМ, 1969. 26 с.
3. Давидович С. К. Производственные мощности химических предприятий. Л., Химия, 1969. 191 с.

4. Постановление СМ РСФСР от 23.09.74 № 526 «О некоторых мерах по улучшению размещения промышленных предприятий на территории РСФСР».
5. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений. — Экон. газ., 1981, янв., № 2, с. 11—14.
6. Вихров И. Д. Повышение экономической эффективности промышленных предприятий на стадиях их проектирования. М., Стройиздат, 1969. 245 с.
7. Схемы развития производительных сил. Методические указания к разработке схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности, схем развития и размещения производительных сил союзных республик и экономических районов. — Экон. газ., 1981, янв., № 4, с. 11—14.

Глава II

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Основным документом, регламентирующим работу проектных институтов по разработке технической документации, является введенная в действие с 1 сентября 1981 г. «Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства (СН 202—81)», утвержденная Госстроем СССР 25 августа 1981 г. за № 159. Инструкция устанавливает порядок разработки и утверждения проектов и смет, по которым должны осуществляться строительство новых, расширение или реконструкция действующих промышленных предприятий, зданий и сооружений.

Проектирование предприятий, зданий и сооружений должно осуществляться на основе генеральной схемы развития и технико-экономических расчетов или другой предпроектной документации, заменяющих их, подтверждающих экономическую целесообразность и хозяйственную необходимость их проектирования и строительства (см. гл. I).

Для строительства предприятий, зданий, сооружений разрабатываются проекты в одну стадию или в две стадии. Проекты большинства производств по переработке пластмасс должны выполняться в две стадии: проект и рабочая техдокументация.

Проектирование в две стадии — проект и рабочая техдокументация — применяется для крупных и сложных промышленных комплексов, а также в случаях применения новой неосвоенной технологии производства, головных образцов сложного технологического оборудования, сложных архитектурно-строительных решений.

Решение о стадийности проектирования предприятий, зданий и сооружений принимается инстанцией, утверждающей задание на проектирование.

Проектные организации при проектировании должны руководствоваться законами СССР, Указами Президиума Верховного Совета СССР, решениями Правительства СССР и другими нормативными актами по вопросам проектирования для капитального строительства; документами по основным техническим направлениям в проектировании предприятий соответствующих отраслей промышленности; нормами технологического проектирования и другими нормативными и информационными материалами [1, 2].

Различные производства изделий и полуфабрикатов из пластмасс требуют определенных, удовлетворяющих требованиям этих производств строительных решений. Рекомендации по выбору типов зданий, величины пролетов, высоты, этажности и др. будут приведены в гл. XI. В целях выпуска качественных проектов рекомендуется на начальной стадии разработки по всем разделам проекта иметь оценочные показатели.

Министерством химической промышленности создана специализированная организация по проектированию предприятий и производств по переработке пластических масс. Эта организация, как правило, осуществляет генеральное проектирование соответствующих ее профилю предприятий Министерства, а также выполняет работы для других заказчиков.

ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Задание на проектирование является основным документом, на основании которого проектная организация приступает к разработке проекта.

Постановлением Госстроя СССР от 23 мая 1972 г. установлено, что во всех случаях на основе генеральной схемы развития подотрасли в состав задания на проектирование должны быть включены технико-экономические расчеты, обосновывающие большую эффективность нового строительства по сравнению с мероприятиями по увеличению производственных мощностей действующих предприятий.

Задание на проектирование должно быть обеспечено основными исходными данными: результатами научно-исследовательских и опытных работ по технологии производства, использованию отходов, очистке сточных вод, обезвреживанию вредных выбросов в атмосферу и технике безопасности ведения производственного процесса.

Изменять задание на проектирование можно только с разрешения инстанции, утвердившей это задание.

Работы проектных организаций, связанные с участием в подготовке заказчиком проекта задания на проектирование и в выборе площадки для строительства, входят в состав рабочего проекта предприятия (объекта). Они могут выполняться до заключения договора на разработку рабочего проекта.

В дополнение к заданию на проектирование проектной организации выдается архитектурно-планировочное задание, полученное заказчиком проекта от местного Совета депутатов трудящихся.

При сметной стоимости строительства до 600 тыс. руб. задания на проектирование утверждаются директором предприятия, при стоимости от 600 тыс. до 3 млн. руб. — начальниками объединений (главков), свыше 3 млн. руб. — министерствами и ведомствами.

Основное содержание задания на проектирование производств по переработке пластмасс приводится ниже.

Основание для проектирования

В этом пункте указываются номер и дата утверждения соответствующего документа: постановления Совета Министров СССР или Совета Министров союзной республики; приказа соответствующего министерства или ведомства; перспективного плана и схемы развития и размещения отрасли; схемы развития и размещения производительных сил по экономическим регионам и союзным республикам; технико-экономических расчетов на строительство или реконструкцию, утвержденных в установленном порядке; титульного списка изыскательских и проектных работ для строительства будущих лет (утверждаемого в зависимости от подчиненности и стоимости строительства Госпланом СССР, министерствами СССР или госпланами союзных республик).

Район, пункт и площадка строительства

В этом разделе приводят краткое обоснование принятого района и пункта строительства с учетом генеральной схемы развития и размещения производств по переработке пластмасс по экономическим регионам и союзным республикам.

Номенклатура продукции и мощность производства

Номенклатуру продукции и программу производства (проектную мощность) дают в натуральном, весовом или объемном выражении с перечнем видов и количества основного сырья; при этом обязательно указывают ГОСТ или специальные технические условия (последнее связано с требованием получения высококачественной готовой продукции).

Если по заданию на проектирование строительство завода ведется по очередям, то в программе производства указывают мощность предприятия и мощности, вводимые по очередям, в том числе в первую очередь.

Расширение предприятия в будущем

Максимальные масштабы дальнейшего расширения завода должны быть указаны в задании на проектирование на основе материалов схемы развития и размещения отрасли. Следует предусмотреть мероприятия по общезаводским устройствам (энергетическим, водоснабжения, канализации, транспортным и др.), обеспечивающие бесперебойную работу завода при заданном максимально возможном его расширении.

Сроки строительства, очередность и порядок ввода мощностей; пусковые комплексы

Срок и продолжительность строительства устанавливаются в соответствии с действующими нормами. Крупные и сложные предприятия с длительными сроками строительства следует проектировать по очередям. Продолжительность строительства каждой очереди по нормам, как правило, не должна превышать 2 года.

В задании на проектирование может быть предусмотрен также ввод предприятия в эксплуатацию отдельными пусковыми комплексами с целью ускорения ввода мощности и выпуска продукции по частям для повышения эффективности капитальных затрат, уменьшения объема незавершенного производства в строительстве и ускорения отдачи от капиталовложений.

В состав первоочередных объектов пусковых комплексов включают здания и помещения бытового назначения, общественного питания, здравпункты и др.

Требования по разработке вариантов проекта

Необходимость разработки вариантов технического проекта (или его части) устанавливаются в задании на проектирование в тех случаях, когда предусматривается применение неосвоенной или особо сложной технологии производства, новых видов неопробованного в условиях эксплуатации технологического и специального оборудования или сложных строительных решений при реконструкции действующих производств.

Особые задания и условия

Ряд объектов может проектироваться по отдельным особым заданиям. К таким объектам относятся экспериментальные базы, инженерные корпуса, учебно-производственные здания и др.

Если в ходе разработки проекта проектная организация выявила необходимость изменения задания на проектирование, то в целях улучшения технико-экономических показателей соответствующее изменение выполняется заказчиком проекта после внесения проектировщиками обоснованных предложений.

При осуществлении реконструкции производства заказчик обязан представить проектной организации:

- а) выкопировку из генерального плана завода с указанием границ реконструируемого цеха и связанных с ним цехов и хозяйств, границ возможного расширения цеха, мест подвода к нему всех коммуникаций; акт о состоянии цеха, санитарно-технических и других устройств; исполнительные чертежи;
- б) основные сведения по реконструируемому производству.

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ (РП)

Рабочие проекты должны разрабатываться, как правило, для технически несложных объектов или при применении типовых проектов.

Поскольку в РП должны быть решены те же вопросы, что и при двухстадийном проектировании, то технология составления РП включает работы, осуществляемые на стадиях проекта (П) и рабочей техдокументации (РД).

При проектировании производств изделий из пластмасс на стадиях проекта, рабочего проекта и рабочей документации необходимо соблюдать последовательный порядок выполнения проектных работ от задания главного инженера проекта до технико-экономической части проекта. На основании многолетнего опыта института Госпластпроект для организации проектирования могут быть рекомендованы объектные графики со следующей очередностью проектных работ:

- 1) разработка технологической части проекта с выдачей заданий на разработку строительной и других частей проекта;
- 2) разработка архитектурно-строительных чертежей с выдачей задания на разработку проекта во всех разделах;
- 3) разработка разделов по отоплению и вентиляции, водопроводу и канализации, теплоснабжению;
- 4) разработка электротехнической части проекта;
- 5) разработка раздела по контрольно-измерительным приборам и автоматике;
- 6) разработка генплана и внешних коммуникаций;
- 7) составление смет и проекта организации строительства;
- 8) разработка технико-экономической части проекта;
- 9) составление общей пояснительной записки.

При разработке технологической части проекта необходимо соблюдать такую последовательность:

- 1) разработка технологической схемы с расчетом основного технологического и вспомогательного оборудования, схемы автоматизации и механизации;
- 2) составление компоновочных решений и определение площадей всех производственных и вспомогательных помещений производств (на этой стадии к работе привлекаются все смежные отделы);

3) определение оптимального технологического варианта проекта с утверждением на техсовете;

4) согласование основных технических решений с заказчиком и вышестоящей организацией, утвердившей задание на проектирование;

5) выдача задания на разработку всех частей проекта.

ПРОЕКТ

Объем и содержание проектной документации проекта определяется инструкцией СН 202—81.

Принципиальная схема генерального плана, титульный список основных производственных и вспомогательных объектов, основные решения по технологии, организации производства, оборудованию, автоматизации и др. в процессе разработки проекта должны рассматриваться и утверждаться заказчиком и инстанцией, выдавшей задание на проектирование. Утвержденный в установленном порядке проект является основанием для разработки рабочей техдокументации.

Стадия проекта применяется при проектировании большинства производств по переработке пластмасс.

РАБОЧАЯ ТЕХДОКУМЕНТАЦИЯ

Разработка РД для строительства предприятий, зданий и сооружений производится в соответствии с утвержденным проектом.

На стадии выполнения рабочей технической документации производится уточнение и детализация предусмотренных проектом решений в той степени, в которой это необходимо для производства строительно-монтажных работ. Запрещается на стадии рабочей техдокументации вносить в проект изменения, вызывающие снижение технического уровня проекта или увеличение капитальных вложений, без повторного утверждения в установленном порядке проекта.

Рабочая техдокументация разрабатывается и выдается заказчику в целом на строительство предприятия, здания, сооружения и их очередей с нормативными сроками продолжительности строительства до двух лет, а при большей продолжительности — на годовой объем строительно-монтажных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перечень действующих общесоюзных нормативных документов по строительству. М., Стройиздат, 1981. 119 с.
2. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти т./Под ред. Е. С. Ямпольского, М., Машиностроение, 1974. Т. 1, 356 с.
3. Егоров В. А. Комплексная система обеспечения качества проектирования. Л., Лениздат, 1979. 229 с.

Глава III

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Под производственной мощностью промышленного предприятия, производственного объединения (комбината) понимается максимальный технически возможный годовой (суточный, сменный) выпуск продукции или объем переработки сырья в номенклатуре и ассортименте для отчетного года — соответствующих фактическому выпуску, для планового периода — предусматриваемых планом при полном использовании производственного оборудования и производственных площадей, с учетом осуществленных (для отчетного года) и намечаемых (для планового периода) мероприятий по внедрению передовой технологии производства и научной организации труда. При определении производственной мощности следует исходить из необходимости максимального увеличения производства профильной для предприятия, объединения и дефицитной для народного хозяйства продукции, предусматриваемой как в годовых, так и в перспективных планах.

По предприятиям, цехам, агрегатам, установкам, мощности которых находятся в стадии освоения, за наличную производственную мощность принимается введенная в действие проектная мощность. В случае несоответствия выпускаемой или плановой номенклатуры продукции проектной номенклатуре допускается пересчет мощности по фактической или плановой номенклатуре и ассортименту продукции соответственно для отчетного года или планового периода по разрешению министерства, ведомства и согласованию с Госпланом СССР.

Объемы производства при этом планируются по величине мощности, пересчитанной на фактический ассортимент [1. с. 52].

Производственная мощность предприятия определяется номенклатурой и ассортиментом выпускаемой продукции, количеством и техническим состоянием оборудования, производственными площадями и режимом работы оборудования.

Охват номенклатуры продукции

Производственная мощность промышленного предприятия, производственного объединения (комбината) определяется по всей номенклатуре выпускаемой им продукции. В тех случаях, когда это целесообразно, необходимо использовать метод приведения номенклатуры изделий к одному или нескольким видам однородной продукции, принимаемой за единицу; по остальным видам продукции рассчитываются переводные коэффициенты.

Переводной коэффициент может быть рассчитан двумя методами:

а) как отношение производительности оборудования по продукту, принятому за условный ($N_{\text{усл}}$), к производительности по приводимому продукту ($N_{\text{пр}}$)

$$K_{\text{пер}}^N = \frac{N_{\text{усл}}}{N_{\text{пр}}} \quad (\text{III.1})$$

б) как отношение количества машино-часов, потребного на производство единицы продукта, приводимого к условному ($t_{\text{пр}}$), к количеству машино-часов, необходимому для производства единицы условного продукта ($t_{\text{усл}}$)

$$K_{\text{пер}}^t = \frac{t_{\text{пр}}}{t_{\text{усл}}} \quad (\text{III.2})$$

В качестве условного продукта принимают продукт: а) имеющий наибольший удельный вес в общем выпуске; б) технология изготовления которого является типовой для данного производства; в) постоянно производимый на данном предприятии.

Единицы измерения производственной мощности

Производственная мощность предприятия выражается в тех же единицах измерения, в каких планируется и учитывается производство промышленной продукции, а в отдельных случаях — в единицах измерения перерабатываемого сырья. Мощность производств по переработке пластмасс исчисляется в тоннах или тысячах тонн. По некоторым видам продукции указываются дополнительные показатели мощности в соответствующих единицах: по пленкам — млн. м², по трубам — тыс. км, по декоративно-слоистым пластикам — тыс. м², по безузловой сетке — млн. м, по полиэтиленовым аккумуляторным бакам — тыс. шт., по товарам культурно-бытового и хозяйственного назначения — тыс. руб.

При необходимости в дополнительных сведениях общая сумма мощности может подразделяться по показателям, характеризующим выпускаемую продукцию, например:

- а) в пленках — по ширине и толщине пленки;
- б) в трубах — по диаметру и толщине стенки труб;
- в) в выдувных изделиях — по объемам изделий.

Цехи и участки, по которым определяется производственная мощность

Производственная мощность предприятия определяется по мощности ведущих цехов, участков, агрегатов или установок основного производства с учетом мер по ликвидации узких мест и возможной кооперации производства.

К цехам, участкам, агрегатам и установкам основного производства относятся те, в которых выполняются основные технологические процессы и операции по изготовлению изделий деталей, узлов или полуфабрикатов.

При наличии на предприятии нескольких основных производственных цехов, участков, агрегатов или групп оборудования, составляющих отдельные стадии технологической цепи, производственная мощность предприятия определяется по тем из них, которые выполняют наибольший по трудоемкости объем работ.

Перечень основных производственных цехов, участков, агрегатов и групп оборудования, а также нормативные уровни загрузки оборудования, по которым следует рассчитывать производственные мощности предприятий той или иной отрасли промышленности, утверждаются министерствами и ведомствами в отраслевых инструкциях по расчету производственных мощностей действующих промышленных предприятий, объединений (комбинатов), согласованных с Госпланом СССР.

Производственная мощность предприятия при наличии нескольких основных цехов, участков, агрегатов и установок с замкнутым циклом производства по выпуску однородной продукции определяется по сумме мощностей входящих в его состав цехов, участков, агрегатов и установок.

Наличие узких мест на промежуточных стадиях производственного процесса не должно уменьшать производственную мощность предприятия. Под узким местом понимается несоответствие пропускной способности отдельных групп оборудования или производственной мощности отдельных цехов, участков, поточных линий пропускной способности ведущего оборудования, на котором выполняются основные технологические операции по изготовлению продукции.

При наличии в производстве нескольких ведущих участков или агрегатов производственную мощность следует устанавливать по тому из них, который имеет наибольшую мощность. При этом необходимо разработать мероприятия, позволяющие довести мощность остальных ведущих звеньев до уровня звена наибольшей мощности. В тех случаях, когда в течение планового периода сделать это невозможно или экономически нецелесообразно, производственная мощность может быть установлена по тому оборудованию или участку из числа ведущих, до мощности которого в течение этого нового периода возможно довести мощность других ведущих агрегатов.

Учитываемое оборудование

В расчет производственной мощности предприятия включается все оборудование, закрепленное за основными производственными цехами (включая оборудование, бездействующее вследствие неисправности, ремонта, модернизации). Кроме того, учитывается оборудование, находящееся в процессе монтажа и

на складе, предназначенное к вводу в эксплуатацию в основном производстве в расчетном периоде. Резервное оборудование и оборудование опытно-экспериментальных и специальных участков для профессионально-технического обучения, перечень и количество которого утверждается министерствами и ведомствами, в расчет производственной мощности предприятий не включается.

В расчет мощности не включается оборудование, находящееся в ведении технических служб и цехов. Общее количество этого оборудования не должно превышать: для прессового оборудования — 9%, для литейного оборудования — 6% от общего количества оборудования, установленного на предприятии.

Оборудование, установленное во вспомогательных цехах и на участках сверх норматива, аналогичное (тождественное) оборудованию основных, ведущих цехов, должно включаться в расчет мощности предприятия.

Учет пропускной способности цехов

Для проверки соответствия мощности вспомогательных цехов, участков и хозяйств мощности основных производственных цехов, участков и агрегатов производится определение их пропускной способности.

При выявлении несоответствия (несопряженности) между мощностями основных и пропускной способностью вспомогательных цехов должны быть разработаны организационно-технические мероприятия по его устранению.

Нормы выработки

Производственная мощность промышленного предприятия, объединения (комбината) рассчитывается по техническим нормам выработки или проектным показателям производительности оборудования, агрегатов и установок и использования площадей, трудоемкости изделий, нормам выхода продукции из сырья с учетом применения передовой технологии и наиболее совершенной организации труда.

В случаях, когда технические нормы выработки или проектные показатели производительности оборудования, агрегатов и установок, использования площадей, трудоемкости изделий, нормам выхода продукции из сырья превзойдены значительной группой передовиков производства на данном предприятии или других предприятиях отрасли, производственная мощность рассчитывается по вновь разработанным прогрессивным показателям и нормам, основанным на устойчивых достижениях передовиков производства.

В качестве устойчивых достижений принимаются показатели, достигнутые за лучший квартал отчетного года передовиками производства, составляющими 20—25% от всех рабочих, заня-

тых в одинаковых процессах производства, или 20—25% лучших из достигнутых величин съемов продукции с агрегата, с единицы площади или объема.

Трудоемкость новых изделий, осваиваемых на предприятии, в расчетах производственной мощности принимается по проекту на производство данного изделия. В этом случае повышенная трудоемкость изделий в период освоения не учитывается в расчетах производственной мощности.

Отраслевые технические нормы выработки, показатели производительности оборудования, использования площадей, трудоемкости изделий, нормы выхода продукции из сырья разрабатываются и периодически уточняются министерствами и ведомствами и доводятся до всех заинтересованных организаций, предприятий, объединений (комбинатов).

Технические показатели производительности машин

Технические показатели производительности машин, станков и агрегатов одной и той же конструкции при использовании сырья и топлива одинакового качества и производстве на этом оборудовании одинаковых видов продукции должны быть едиными для всех предприятий данной отрасли.

При принимаемых на планируемый период нормах выработки и показателях использования оборудования должны учитываться задания по росту производительности труда и снижению трудоемкости изготовления продукции за счет улучшения использования действующего, ввода в эксплуатацию нового, более производительного оборудования, усовершенствования действующих и внедрения новых технологических процессов, улучшения организации работы и повышения уровня механизации и автоматизации производства.

Фонд времени работы оборудования

При определении производственной мощности должен приниматься годовой (расчетный) фонд времени работы оборудования, агрегатов и установок:

для предприятий с непрерывным процессом производства — число календарных дней в году за вычетом нормированного времени на ремонт и технологические остановки оборудования и агрегатов, если эти остановки не входят в нормы использования агрегатов; для расчета годового фонда рабочего времени принимаются 24 рабочих часа в сутки;

для предприятий с прерывным процессом производства — календарный фонд времени за вычетом выходных и праздничных дней, времени на капитальные и планово-предупредительные ремонты и технологические остановки оборудования.

Фонды времени работы оборудования, агрегатов и установок (в часах) для предприятий с прерывным процессом производст-

ва исчисляются, исходя из трехсменного (или четырехсменного) режима работы и установленной продолжительности смен (в часах) с учетом сокращения рабочего времени в предпраздничные дни. Время на ремонт оборудования исключается из годового фонда времени работы оборудования, агрегатов и установок в том случае, если ремонт проводится в рабочее время.

Для предприятий, основные цехи которых работают в две смены (или менее чем в две смены), расчет производственных мощностей производится, исходя из двухсменного режима работы, а для уникального и дефицитного оборудования — исходя из трехсменного режима [2, с. 15].

Учет времени на ремонт оборудования

Время на ремонт оборудования, агрегатов и установок и длительность межремонтного периода определяются по нормам, утвержденным министерством или ведомством. Эти нормы периодически пересматриваются с учетом показателей, достигнутых передовыми ремонтными бригадами в данной отрасли промышленности. На предприятиях с непрерывным процессом производства время для проведения капитального ремонта оборудования, агрегатов и установок, имеющих межремонтный период работы более одного года, учитывается в том году, в котором будет производиться ремонт. При определении мощности предприятий с сезонным характером производства время на капитальный ремонт в расчет не принимается.

При определении производственной мощности предприятий в расчетном действительном рабочем фонде времени не учитываются простои оборудования, вызванные недостатком рабочей силы, сырья, топлива, электроэнергии или организационными неполадками, а также потери рабочего времени, связанные с браком в производстве. Для производств по переработке пластмасс на предприятиях Министерства химической промышленности установлены размеры действительного годового фонда времени работы оборудования, приведенные в табл. III.1.

Номинальный фонд времени работы оборудования F_n (графа 5) рассчитан с учетом остановок оборудования на праздничные и выходные дни. Длительность простоев оборудования в ремонте (графа 6) принята по данным «Системы технического обслуживания и ремонта основного технологического оборудования по переработке пластмасс». Учитывая сложившийся большой парк оборудования, в графу 6 включены простои оборудования при капитальном ремонте, приведенные к году. Для единичного количества оборудования простои в ремонте рассчитываются предприятием по графику ППР. Предприятия, имеющие изношенное оборудование, могут рассчитывать затраты времени на ремонт индивидуально в соответствии с допустимыми отклонениями от установленных нормативов по согласованию с вышестоящей организацией.

В графе 7 указываются технологические простои, учитывающие время на смену форм, сырья, чистку оснастки и запуск машины после выходных и праздников.

Действительный расчетный годовой фонд времени работы оборудования F_d (графа 8) равен номинальному фонду за вычетом потерь времени на ремонт оборудования и технологические простои.

Особенности расчета производственных мощностей за отчетный год и на плановый период

При расчете производственной мощности за отчетный год мощность на начало отчетного года принимается по номенклатуре и в ассортименте продукции года, предшествующего отчетному, а мощность на конец отчетного года (начало планового периода) — по номенклатуре и в ассортименте продукции отчетного года.

Расчет производственной мощности на плановый период производится при разработке проекта плана промышленного предприятия. Расчет производственной мощности на плановый период производится при разработке проекта плана промышленного предприятия, производственного объединения (комбината). При этом мощность на начало планового периода принимается по номенклатуре и в ассортименте продукции отчетного года, а мощность на конец планового периода — по номенклатуре и в ассортименте продукции планового периода.

Учет прироста мощностей и изменения номенклатуры продукции

Производственная мощность промышленных предприятий, производственных объединений (комбинатов) за отчетный год и на плановый период рассчитывается с учетом:

ввода в действие мощностей за счет строительства новых и расширения действующих предприятий;

прироста производственных мощностей за счет реконструкции действующих предприятий;

прироста производственных мощностей за счет технического перевооружения действующих предприятий (включая организационно-технические мероприятия);

изменения номенклатуры и ассортимента продукции (уменьшения трудоемкости изделий).

Под приростом производственной мощности действующего промышленного предприятия, производственного объединения (комбината), достигнутым за счет технического перевооружения (включая организационно-технические мероприятия), понимается увеличение проектной или утвержденной по балансу производственной мощности на начало года отчетного или планового периода.

Таблица III.1. Действительные годовые фонды времени работы основного технологического оборудования

Наименование продукции	Наименование оборудования	Режим работы	Число часов работы в сутки	Ф _н , ч, при 41- и 36-часовой рабочей неделе	Потери времени в % от номинального фонда		Ф _д , ч	Использование оборудования в % от номинального фонда времени		
					на ремонт оборудования	на технологические простои оборудования				
1. Изделия из пластмасс	прессованные	Гидравлические прессы с усилием прессования до 10 МН	Трехсменный прерывный	23	6210	4,0	2,5	5800	93,5	
			Двухсменный прерывный	16	4140	4,0	2,5	3870	93,5	
			Непрерывный	24	8570	6,6	7,0	7400	86,4	
		Гидравлические прессы с усилием прессования до 10 МН и выше для производства декоративно-слоистого пластика и текстолита								
		Роторные линии	Трехсменный прерывный	24	6490	5,8	2,9	5920	91,3	
		Установки непрерывного прессования	Трехсменный прерывный	23	6490	8,0	7,0	5520	85,0	
	литьевые	Литьевые машины для термопластов, работающие в автоматическом режиме, автоматические линии	Трехсменный прерывный	24	6490	5,3	2,9	5920	91,3	
			Трехсменный	23	6210	4,4	1,4	5850	94,2	
		Литьевые машины для термопластов, работающие в полуавтоматическом режиме,								
		литьевые машины для реактопластов								
2. Пленки полимерные	выдувные	Двухсменный прерывный	16	4140	4,8	1,6	3880	93,6		
		Трехсменный прерывный	23	6210	4,6	2,5	5770	92,9		
		Двухсменный прерывный	16	4140	4,6	2,6	3840	92,8		
	пнеumo- и вакуумформованные изделия	Вакуумформовочные машины	Трехсменный прерывный	23	6210	2,8	2,0	5910	95,2	
		Установки механо-пнеumoформования (УМПФ)	Трехсменный прерывный	23	6210	2,8	2,0	5910	95,2	
		Роторный автомат вакуумформовочный	Трехсменный прерывный	24	6490	13,0	2,0	5520	85,0	
полиэтиленовые	Агрегаты для производства рукавной пленки	Непрерывный	24	8570	5,3	6,3	7570	88,4		
		поливинилхлоридные	Каландровая линия	Непрерывный	24	8570	7,0	4,4	7600*	88,6
			Кашировальная машина	Непрерывный	24	8570	6,7	10,7	7080*	82,6
3. Трубы из термопластов	полиэтиленовые	Агрегаты для производства труб	Непрерывный	24	8570	5,0	8,6	7400	86,4	
		поливинилхлоридные	Агрегаты для производства труб	Непрерывный	24	8570	3,7	9,9	7400	86,4
4. Листы из термопластов	Агрегаты для производства листов	Непрерывный	24	8570	8,6	5,7	7490	85,7		

* Без учета простоев в капитальном ремонте.

Прирост производственных мощностей определяется по каждому предприятию на основании проведенных мероприятий в отчетном году и намечаемых в плановом периоде по тем цехам, участкам, агрегатам, по которым определяется производственная мощность предприятия.

При этом в планы и отчеты не включаются мероприятия, связанные с достижением проектной мощности предприятия, объединения (комбината), находящегося в стадии освоения проектной мощности.

Учет уменьшения производственных мощностей

В расчете производственной мощности учитывается ее уменьшение в отчетном году (плановом периоде) за счет:

изменения номенклатуры и ассортимента продукции (увеличения трудоемкости изделий);

выбытия мощности вследствие износа оборудования, передачи и продажи основных фондов в установленном порядке или других причин [2].

В промышленности переработки пластмасс при изменении номенклатуры и ассортимента продукции мощности производства могут быть уменьшены, например, при переходе на выпуск более тонких полимерных пленок, чем это предусмотрено проектом или по сравнению с предыдущим годом; при переходе на выпуск труб из термопластов меньших диаметров, чем это предусмотрено проектом или по сравнению с предыдущим годом; при изменении исходного сырья; усложнении конструкции; изменении толщины и других характеристик изделий по сравнению с предусмотренными проектом или по сравнению с аналогичными показателями изделий, выпускавшихся в предыдущем году.

Размеры уменьшения мощности действующего и находящегося в стадии освоения предприятия в каждом случае должны быть технически обоснованы и подтверждены актом комиссии, созданной на предприятии в соответствии с «Указаниями по составлению ежегодных балансов производственных мощностей действующих промышленных предприятий, производственных объединений (комбинатов)», утвержденными Госпланом СССР и ЦСУ СССР 5 июля 1977 года за № ВЛ-30-Д/4—66.

Уменьшение утвержденных в установленном порядке производственных мощностей действующих предприятий и проектных мощностей новых предприятий, цехов, производств, установок и агрегатов может производиться министерствами и ведомствами СССР и Советами Министров союзных республик только по согласованию с Госпланом СССР.

Коэффициент сменности работы оборудования

Для оценки уровня загрузки оборудования и расчета производственных мощностей в отраслях с прерывным процессом производства используются коэффициенты сменности работы оборудования цехов: а) нормативный; б) фактический и в) коэффи-

циент сменности, принятый в расчетах производственной мощности.

Нормативный (проектный) коэффициент сменности работы оборудования для предприятий (производств) устанавливается министерствами и ведомствами на уровне принятых в проектах на строительство аналогичных производств данной отрасли.

Фактический коэффициент сменности работы оборудования определяется путем деления количества отработанных станко-(машино-) смен в среднем за сутки на среднюю численность установленного оборудования по данным единовременных наблюдений. Порядок и сроки проведения единовременных наблюдений устанавливаются Госпланом СССР и ЦСУ СССР.

Коэффициент сменности, принятый в расчете производственной мощности, определяется отношением трудоемкости продукции к годовому (расчетному) фонду времени работы установленного оборудования основных производственных цехов в одну смену:

$$K_{см} = \frac{T}{\Phi_{гр}} \quad (III.3)$$

где T — трудоемкость продукции, соответствующая производственной мощности (в станко-часах); $\Phi_{гр}$ — годовой (расчетный) фонд времени работы установленного оборудования в одну смену (в часах).

Среднегодовая производственная мощность промышленного предприятия и коэффициент ее использования

Среднегодовая производственная мощность промышленного предприятия определяется путем прибавления к мощности на начало года среднегодовой вводимой мощности и вычитания среднегодовой выбывающей мощности.

Среднегодовая вводимая мощность исчисляется путем умножения вводимой мощности на число месяцев ее действия до конца года и деления полученного результата на 12.

Среднегодовая выбывающая мощность определяется путем умножения выбывающей мощности на число месяцев, оставшихся до конца года с момента ее выбытия, и деления полученного результата на 12.

Коэффициент использования среднегодовой производственной мощности определяется как отношение фактического или планового годового выпуска продукции к фактической или плановой среднегодовой мощности данного года.

Особенности расчета производственных мощностей действующих заводов по переработке пластмасс

Общая формула расчета производственных мощностей действующих заводов по переработке пластмасс имеет вид:

$$M = E_1\Pi_1 + E_2\Pi_2 + \dots + E_n\Pi_n \quad (III.4)$$

где M — производственная мощность, т/год или тыс. т/год; E_1, E_2, E_n — число единиц оборудования соответствующего типоразмера, включаемое в расчет

Таблица III.2. Сводная ведомость основного технологического оборудования

Наименование продукции	Наименование оборудования	Марка, фирма	Год установки оборудования	Техническая характеристика оборудования	Общее количество установленного оборудования на 1.01.19...г.	В том числе выделено			Количество оборудования, участвующее в расчете мощности
			Год изготовления оборудования			службам завода	службам цеха	на таблетирование	
Листы из термопластов	Листовальный агрегат	АЛ-1500, СССР	1968 1967	Максимальная ширина листа 1500 мм	10	—	—	—	10
Итого					10				10
Пленки полиэтиленовые	Пленочный агрегат	УРП-1500, СССР	1973 1972 1975 1974	Максимальная ширина рукава 1500 мм	8	—	—	—	8
					3				3
					5				5
					3				3
					3				3
Итого					11				11

Таблица III.3. Пример расчета затрат времени (в машино-часах) и количества оборудования*, необходимых для выполнения годовой программы по производству прессованных изделий**

Наименование изделия	Номер чертежа изделия	Масса изделия, г	Годовая программа		Марка сырья	Время выдержки, с	Число гнезд в форме	Вспомогательное (неперекрываемое) время, с	Общее время цикла, с	Затраты времени Т на выполнение годовой программы, машино-часы
			тыс. шт.	т						
Кожух Основание	ФЮ8634002 8ДХ024031	204 54	219,6	44,8	03-010-02	240—260	1	60	300	18 300
			556	30	03-010-02	96—110	4	60	156	6023
Итого:				74,8						24 323

$$E_{\text{расч}} = \frac{24323}{5800 \cdot 0,93} = 4,5 \text{ шт.}$$

* Гидравлические прессы с усилием прессования 630 кН (63 тс).

** Аналогично определяется расчетное количество оборудования для производства литевых, выдувных, пневмо- и вакуумформованных изделий.

Таблица III.4. Пример расчета затрат времени (в машино-часах) и количества оборудования*, необходимого для выполнения годовой программы по производству труб из ПЭНП (по ГОСТ 18599—73) методом экструзии**

Наименование изделия	Масса 1 м, кг	Годовая программа		Скорость отвода***, м/мин	Количество ручьев	Производительность оборудования, кг/ч	Затраты времени Т на выполнение годовой программы, машино-часы
		т	км				
Труба 25×2 «СЛ»	0,15	10	66,7	3,3	1	29,7	336,7
Труба 25×2,7 «С»	0,20	15	75,0	2,5	1	30,0	500,0
Труба 63×3 «Л»	0,59	80	135,5	1,9	1	67,3	1188,7
Труба 63×4,7 «СЛ»	0,87	50	57,5	1,3	1	67,9	736,4
Итого:		165	334,7				2761,8

$$E_{\text{расч}} = \frac{\Sigma T}{\Phi_D} = \frac{2761,8}{7400} = 0,37$$

* Трубные агрегаты ЛТ 63×25—25/63.

** Аналогично определяется расчетное количество оборудования для производства профильно-погонажных изделий.

*** Цифры взяты условно для примера расчета.

Таблица III.5. Пример расчета мощности производства прессованных

Основное технологическое оборудование	Фактическая загрузка оборудования (годовая программа)		Расчетное количество оборудования ($E_{расч}$), шт.
	т (для прессовых изделий)	тыс. км (для труб), млн. м ² (для пленок)	
Производство			
Гидравлический пресс с усиленным прессования 630 кН	74,8	—	4,5
Производство пленки			
Агрегат для производства пленки АРП-63×1000	900	8,69	2,92
Производство труб			
Трубный агрегат ЛТ, 63×25—25/63	165	0,33	0,37

мощности, шт.; Π_1, Π_2, Π_n — среднегодовая производительность единицы оборудования, т/год или тыс. т/год.

Перечень оборудования, по которому рассчитывается производственная мощность, и его количество указывается предприятием в сводной ведомости основного технологического оборудования. Пример заполнения ведомости приведен в табл. III.2.

Среднегодовая производительность единицы оборудования Π рассчитывается по формуле:

$$\Pi = Q_{\phi} / E_{расч} \quad (III.5)$$

где Q_{ϕ} — фактическая годовая загрузка оборудования (производственная программа), т/год; $E_{расч}$ — расчетное количество оборудования, шт.

Расчетное количество оборудования $E_{расч}$ определяется по формуле:

$$E_{расч} = \frac{\sum T}{\Phi_{д} \cdot 0,93} \quad (III.6)$$

где $\sum T$ — сумма затрат времени на выполнение годовой программы по всем изделиям, закрепленным за данным видом оборудования, маш.-ч; $\Phi_{д}$ — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования, ч; 0,93 — коэффициент, учитывающий потери времени на обслуживание рабочего места и оборудования, подготовительно-заключительное время и время на отдых и личные надобности (учитывается только при расчетах мощности производств с прерывным процессом изготовления изделий — прессовых, литьевых, выдувных, пневмовакуумформованных и др.).

Затраты времени (в машино-часах) на выполнение годовой программы (T) определяются через цикл изготовления изделий (для прессовых, литьевых, выдувных, пневмо- и вакуумформо-

изделий, пленок и труб полиэтиленовых

Среднегодовая производительность единицы оборудования (Π)		Фактическое наличие оборудования, включаемое в расчет мощности (E), шт.	Расчетная производственная мощность по готовым изделиям (M)	
т/год	тыс. км/год, млн. м ² /год		т/год	тыс. км/год, млн. м ² /год
прессовых изделий				
16,6	—	16	265,6	—
из полиэтилена				
308	2,99	3	924	8,97
из полиэтилена				
446,0	0,89	1	446	0,89

ванных изделий) или часовую производительность (для пленок, труб и листов).

Институтом Госпластпроект разработана «Методика расчета наличных производственных мощностей действующих заводов по переработке пластмасс».

В табл. III.3—III.5 приводится пример расчета мощностей в некоторых производствах по переработке пластмасс.

Пояснения к таблице III.3

В графе 1 указывается наименование изделий, закрепленных за данным видом оборудования. Графы 2, 3 заполняются по чертежу изделия.

В графах 4, 5 указывается годовая программа, причем

$$\text{Графа 5} = \frac{\text{Графа 3} \times \text{Графа 4}}{1000} \quad (\text{т})$$

Графы 6—8 заполняются по действующим на предприятии технологическим картам изготовления изделий, пересмотренным и откорректированным перед расчетом мощности.

В графе 7 указываются минимальное и максимальное времена выдержки.

Графа 9 заполняется по действующим заводским нормам (нормы времени и расценки) или по действующим нормативам по обслуживанию оборудования.

$$\text{Графа 10} = \text{Графа 7} + \text{Графа 9} \quad (\text{с})$$

При определении общего времени цикла берется минимальное время выдержки

$$\text{Графа 11} = \frac{\text{Графа 4} \times \text{Графа 10}}{\text{Графа 8} \times 3600} \quad (\text{машино-часов})$$

После расчета затрат времени T по каждому изделию определяется сумма затрат времени ($\sum T$) на выполнение годовой программы, закрепленной за

**Баланс производственной
на 1982 г.**

Наименование продукции	Код продукции	Единица измерения	Мощность на 1.1.1981 г., утвержденная по балансу за предыдущий год	Изменение производственной мощности				
				увеличение мощности—всего	в том числе за счет			
					ввода в действие и расширения действующих предприятий	реконструкции действующих предприятий	технического перевооружения действующих предприятий и проведения других организационно-технических мероприятий	изменения номенклатуры продукции (уменьшения трудоемкости)
А	Б	В	1	2	3	4	5	6
1. Прессованные изделия		т	232,4	33,2	—	—	33,2	—
2. Пленки полиэтиленовые		тыс. т, млн. м ²	1,00 9,80	—	—	—	—	—
3. Трубы полиэтиленовые		тыс. т, тыс. км	0,45 0,89	—	—	—	—	—

Примечание. По предприятиям (объектам), не освоившим проектную мощность, тименте продукции соответствующего года; в графах 3 и 4 данные приводятся дробью: продукции отчетного года, в знаменателе — проектная мощность в номенклатуре и ассорти-

данным видом оборудования, и находится расчетное количество оборудования:

$$E_{расч} = \frac{\sum T}{\Phi_d \cdot 0,93}$$

где Φ_d — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования, берется из табл. III.1.

Пояснения к таблице III.4

В графе 1 указывается наименование труб из термопластов, закрепленных за однородным оборудованием. Номенклатура продукции должна быть разделена по видам материалов с определением по каждому подразделению годовой программы или фактической загрузки и расчетного количества оборудования.

Графы 2—4 заполняются по данным ГОСТ или ТУ.

В графах 5 и 6 указывается годовая программа (или фактическая загрузка оборудования)

$$\text{Графа 6} = \frac{\text{Графа 5}}{\text{Графа 4}} \text{ (км)}$$

Графы 7 и 8 заполняются по действующим регламентам и технологическим картам, пересмотренным и откорректированным перед расчетом мощности.

$$\text{Графа 9} = \text{Графа 4} \times \text{Графа 7} \times \text{Графа 8} \times 60 \text{ (кг/ч)}$$

По агрегатам, для которых имеется нормативная часовая производительность, утвержденная соответствующим Всесоюзным объединением, в графе 9

МОЩНОСТИ

в отчетном году			Мощность на 1.1.1982 г. (гр. 1+2-7) в номенклатуре и ассортименте продукции отчетного года	Среднегодовая мощность, действующая в отчетном году	Выпуск продукции или количество переработанного сырья в отчетном году (в числителе—в режимное время, в знаменателе—во внережимное время)	Использование среднегодовой мощности в отчетном году (числители гр. 12 / гр. 11) × 100%	Режим работы (смен или часов работы в сутки), принятый в расчете мощности
уменьшение мощности—всего	в том числе за счет						
7	8	9	10	11	12	13	14
—	—	—	265,6	249,0	230,0/—	92,0	3 смены
0,08	0,08	—	0,92	0,96	0,85/—	88,5	Непрерыв.
0,83	0,83	—	8,97	9,38	8,30/—		
—	—	—	0,45	0,45	0,40/—	88,8	Непрерыв.
—	—	—	0,89	0,89	0,79/—		

в графах 1 и 10 указывается проектная мощность в фактической номенклатуре и ассортименте — проектная мощность в фактической номенклатуре и ассортименте проекта, предусмотренных проектом (приводимая в отчете по форме № 2-к).

производительность по скорости отвода не рассчитывается, а принимается нормативная.

$$\text{Графа 10} = \frac{\text{Графа 5} \times 1000}{\text{Графа 9}} \text{ (машино-часов)}$$

После расчета затрат времени (в машино-часах) по каждому типоразмеру труб определяется сумма затрат времени ($\sum T$) на выполнение годовой программы по всей номенклатуре.

Расчетное количество оборудования ($E_{расч}$) определяется через затраты времени (в машино-часах) на выполнение годовой программы и действительный (расчетный) фонд времени работы оборудования, указанный в табл. III.1:

$$E_{расч} = \frac{\sum T}{\Phi_d}$$

Пояснения к таблице III.5

В графе 1 указывается основное технологическое оборудование, включенное в расчет мощности.

В графы 2—4 перенесены данные из табл. III.4.

$$\text{Графа 5} = \frac{\text{Графа 2}}{\text{Графа 4}} \text{ (т/год)}$$

$$\text{Графа 6} = \frac{\text{Графа 3}}{\text{Графа 4}} \text{ (тыс. км)}$$

В графе 7 указывается количество оборудования, включенное в расчет мощности (данные графы 10 табл. III.2).

Графа 8 = Графа 5 × Графа 7 (т/год)

Графа 9 = Графа 6 × Графа 7 (тыс. км/год)

После выполнения расчета мощностей в ассортименте отчетного года предприятия заполняют форму БМ с учетом всех изменений мощности, происшедших в отчетном году. Пример заполнения формы БМ приведен на с. 44.

Заполненные формы БМ предприятия направляют в свои объединения по подчиненности, где составляются сводные балансы мощностей в целом по Министерству. Институтом Госпластпроект разработана и внедрена программа расчета сводного баланса мощностей по переработке пластмасс на ЭВМ.

Расчет производственных мощностей при проектировании

Мощности производства изделий и полуфабрикатов из пластмасс в ассортименте могут быть рассчитаны несколькими способами, в том числе: 1) по нормативной производительности оборудования; 2) по изделиям-представителям; 3) по конкретной номенклатуре продукции.

Первые два способа рекомендуются для предварительного расчета на стадии технико-экономического обоснования. При проектировании следует рассчитывать мощности по конкретной номенклатуре продукции.

Расчет производственных мощностей по нормативной производительности оборудования

Министерством химической промышленности разработаны, а Госстроем СССР утверждены отраслевые нормы технологического проектирования предприятий по переработке пластмасс. Этими нормами установлена нормативная производительность оборудования, данные о которой приведены в главах V—X.

Расчет производственных мощностей по изделиям-представителям

В этом случае вся номенклатура продукции разделяется на группы изделий, сходных по размерам, конфигурации, материалу и другим показателям. От каждой группы изделий выбирается наиболее типичное. Расчет мощности цеха (участка) сводится к расчету мощностей по отдельным группам изделий. Необходимое машинное время и среднегодовая производительность оборудования определяется по изделию-представителю.

Расчет производственных мощностей по конкретной номенклатуре продукции

При расчете производственной мощности по конкретной номенклатуре изделий исходят из: а) прогрессивной организации производства; б) применения сырья, соответствующего государственным стандартам и техническим условиям; в) применения наиболее современной оснастки.

При проектировании новых цехов мощность по объему и номенклатуре задается и, исходя из набираемого оборудования и фонда времени его работы, проводится расчет всех технико-экономических показателей цеха.

При изменении ассортимента, что происходит довольно часто, поскольку от начала проектирования до ввода в эксплуатацию производства проходит от 2 до 5 лет, проектную мощность необходимо пересчитать по измененному ассортименту.

Расчет мощности выполняется аналогично примерам расчетов, указанным в табл. III.3—III.5.

ОПТИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Оптимальной мощностью принято называть мощность, которая обеспечивает наилучшие основные технико-экономические показатели и максимальный экономический эффект в условиях заданного ассортимента продукции и с учетом объемов ее производства в целом по стране (по отрасли).

Оптимальная мощность определяется внутрипроизводственными и внешними факторами. К первой группе факторов относятся: заданный уровень и вид специализации производства, технический уровень основного технологического оборудования и технологического процесса. Вторая группа включает следующие факторы: наличие источников энергоресурсов, размещение сырьевых баз, география потребителей, обеспеченность рабочей силой, производственные связи с прочими предприятиями и др.

В зависимости от ассортимента изделий, их тиражности, уровня механизации и других условий при организации специализированных производств изделий из пластмасс, получаемых литьем под давлением и прессованием, размер оптимальных мощностей может колебаться в довольно широких пределах и достигать следующих значений (тыс. т/год):

Производство прессованных изделий . . .	2—6
Производство литьевых изделий . . .	5—10
Производство выдувных изделий . . .	3—5
Производство вакуумформованных изделий	2—5

При узком ассортименте изделий и применении автоматических линий и специального оборудования оптимальная мощность в производстве прессовых изделий может составлять 250—500 т/год, а литьевых изделий 400—1000 т/год и т. д.

По производствам полуфабрикатов из пластмасс размеры оптимальных мощностей значительно выше, что обусловлено высокой единичной мощностью экструзионных агрегатов, узким и многотоннажным ассортиментом готовой продукции.

В производствах пленок полиэтиленовых, а также труб из термопластов оптимальные мощности могут достигать величин 30—50 тыс. т/год, в производстве листов из термопластов — 20—30 тыс. т/год.

Минимально целесообразной мощностью производства принято называть такую мощность, меньше которой нельзя организовать производство, отвечающее современным требованиям (со вспомогательными производствами, отделением переработки отходов и пр.).

Верхний предел оптимальной мощности является расчетным и зависит от экономических факторов (транспортные затраты, сроки строительства, сроки освоения мощностей и т. д.). Учитываются также физические возможности транспортных магистралей по обеспечению перевозок сырья и готовой продукции.

Размещение источников сырья незначительно влияет на размер себестоимости проектируемых производств. Транспортные затраты на перевозку готовой продукции будут наименьшими при мощности производства до 4—8 тыс. т/год и радиусе обслуживания до 500 км. При большей мощности производства увеличивается радиус обслуживания. Тем не менее доля транспортных расходов в стоимости изделий растет незначительно и, как правило, не превышает 2—5%.

При увеличении мощности производства удлиняются сроки строительства, что приводит к увеличению размеров незавершенного строительства.

Указанные факторы влияют на приведенные затраты (см. гл. I).

ЛИТЕРАТУРА

1. Коган А. М., Рахлин И. В. Экономика производства изделий из пластмасс. М., Химия, 1974. 296 с.
2. Основные положения по расчету производственных мощностей действующих промышленных предприятий, производственных объединений (комбинатов) (Утверждены Госпланом СССР и ЦСУ СССР 13 янв. 1977 г. № В-1-9/4-66). М., 1977. 26 с.

Глава IV

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКТОПЛАСТОВ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ФОРМОВАНИЯ

Получение изделий из реактопластов основано на горячем формовании изделий, заключающемся в пластической деформации материала при одновременном действии на него тепла и давления с последующей фиксацией формы изделия.

Таблица IV.1. Основные композиционные пресс-материалы

Пресс-материалы	Основные компоненты	Главные направления применения
<p>Массы прессовочные фенольные (по ГОСТ 5689—73)</p> <p>пресс-порошки общего назначения: 01-040-02 (К-15-2); 01-030-02 (К-20-2); 02-010-02 (К-18-2ЦС)</p>	<p>Фенолоформальдегидная смола новолачного типа, органические наполнители (древесная мука, органическое волокно и др.), отвердитель (гексаметилентетрамин), смазывающие и окрашивающие вещества. Материал черный или цветной</p>	<p>Ненагруженные или мало нагруженные детали общетехнического назначения (детали корпуса, рукоятки, панели и т. п.), работающие при температуре $\pm 60^\circ\text{C}$</p>
<p>пресс-порошки специальные безаммиачные: Сп1-342-02 (К-214-2); Сп2-342-02; Сп3-342-02 (К-214-22)</p>	<p>Фенолоанилиноформальдегидная смола резольного типа, органический наполнитель (древесная мука), отвердитель (гексаметилентетрамин), смазывающие и окрашивающие вещества</p>	<p>Армированные и неармированные детали технического назначения (детали зажигания, колодки потенциометров, радиодетали)</p>
<p>пресс-порошки влагостойкие: В×1-090-34 (К-18-36); В×2-090-69 (К-18-23); В×2-090-68 (К-18-60)</p>	<p>Фенолоформальдегидная смола новолачного типа, модифицированная поливинилхлоридом, минеральный (каолин) или минеральный и органический (каолин, древесная мука) наполнители и другие добавки</p>	<p>Детали радиоэлектротехнического и общего назначения с повышенными влаго-, тепло-, морозо- и кислотостойкостью</p>
<p>пресс-материалы ударопрочные: У1-301-07; У2-301-07 (волокнит); У3-301-07 (Вл-1В)</p>	<p>Жидкая фенолоформальдегидная смола или смола на фенольной фракции резольного типа, органический наполнитель (хлопковая неотбеленная целлюлоза), специальные добавки (олеиновая кислота, стеарин технический, жженая магнезия)</p>	<p>Антифрикционные детали повышенной прочности (маховики, стойки, шкивы, рычаги, втулки, ролики и т. п.)</p>
<p>К-114-35; В-4-70 (ГОСТ 5.1958—76)</p>	<p>Фенолоформальдегидная смола, модифицированная полиамидной смолой, минеральный наполнитель, отвердитель и смазывающие вещества</p>	<p>Точные детали электроизоляционного назначения, работающие в условиях высоких частот и напряжений, повышенной влажности</p>

Продолжение табл. IV.1

Пресс-материалы	Основные компоненты	Главные направления применения
Пресс-материалы повышенной механической прочности АГ-4В (АГ-4С) (ГОСТ 20437—75)	Модифицированная фенолоформальдегидная смола, стекловолокно (в АГ-4В — в виде пропитанного спутанного волокна, в АГ-4С — в виде ленты заданной ширины). Материал желтого цвета	Детали конструкционного и электротехнического назначения повышенной прочности, работающие при температуре от —60 до 200 °С в течение 1—2 ч и в условиях повышенной влажности
ДСВ (ГОСТ 17478—72)	Модифицированная фенолоформальдегидная смола, стеклянные нити; ДСВ-2-Р-2М — гранулы из двух пропитанных некрученых стеклонаполнителей	Детали конструкционного и электротехнического назначения, работающие при температуре от —60 до 200 °С; тропикостойкие
КМК-218, КМК-218Л (ТУ 6-05-1369—70)	Кремнийорганическая смола, минеральные наполнители (асбест и молотый кварц) и другие добавки. Материал серого цвета	Детали электроизоляционного назначения, отличающиеся высокой дугоустойчивостью при воздействии постоянного и переменного тока (дугогасящие камеры, панели печатных схем, сопротивления)
Массы прессовочные мочевино- и меламинаформальдегидные (аминопласты) (ГОСТ 9359—73)	Мочевино- или меламинаформальдегидные смолы и наполнители (органические и минеральные, или их сочетания) с добавкой окрашивающих и модифицирующих веществ. Выпускаются в виде порошка, крошки, волокон и др. в зависимости от наполнителя	Детали ненагруженные, армированные и неармированные

Таблица IV.2. Технологические свойства

Пресс-материал	Плотность, г/см ³ , не более	Содержание влаги и летучих, %	Текучесть по Рашигу, мм
СП1-342-02 (К-214-2) (ГОСТ 5689—73)	1,4	2,0—4,5	90—190
АГ-4В (ГОСТ 20437—75)	1,7—1,9	2,0—5,0	До 180
Аминопласт (ГОСТ 9369—73)	1,35—1,45	2,8—3,0	60—160

Формование осуществляется в пресс-формах, конфигурация полости которых соответствует конфигурации изделия. Пресс-формы устанавливаются на гидравлических прессах или литьевых машинах, назначение которых — создание необходимого сжимающего усилия (давления прессования или литья). Помещенный в пресс-форму, как правило, предварительно подогретый или холодный материал разогревается до температуры прессования и, подвергаясь под давлением прессования деформации одномерного течения, заполняет полость формы и одновременно уплотняется. Фиксация формы изделия происходит в результате отверждения [1].

Формование реактопластов осуществляется тремя основными способами: прессованием — компрессионным или литьевым (трансферным) и литьем под давлением.

При компрессионном прессовании материал загружается в открытую полость формы.

При литьевом прессовании предварительно размягченный (пластицированный) материал продавливается из загрузочной камеры через литниковые каналы в замкнутую полость пресс-формы. Литьевое прессование более производительное, чем компрессионное, позволяет получать детали с тонкой и сложной арматурой и с повышенной стабильностью размеров, но требует более высоких давлений прессования.

При формовании литьем под давлением материал размягчается до вязкотекучего состояния и затем перемещается в обогреваемую литьевую форму, где затвердевает, приобретая конфигурацию внутренней полости формы. Метод является наиболее производительным и прогрессивным.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛАХ

Реактопласты — композиционные пресс-материалы, состоящие из смолы поликонденсационного типа, наполнителя, красителя (для новолаков) и т. д. Наиболее распространенными пресс-материалами являются фенопласты, аминопласты (табл. IV.1), а также композиции на основе полиэфирных и эпоксидных смол.

некоторых марок реактопластов

Относительная расчетная линейная усадка, %	Вязкость при 120 °С, Па·с	Продолжительность вязкотекучего состояния, с		Время отверждения при 170 °С, с	Напряжение сдвига, при котором определялось время отверждения, МПа
		120 °С	170 °С		
0,4—0,8	21—35	420	20—40	50—80	6
0,4—0,8	21—40	600	75	120—150	6
0,1—0,3	10—20	480	30—40	—	—
Не более 0,8	18—36	71—154	30—60 (при 140 °С)	78—130 (при 140 °С)	4

Технологические параметры переработки реактопластов зависят от свойств исходного сырья (удельный объем, сыпучесть, таблетированность, содержание влаги и летучих, текучесть, скорость отверждения, усадка — см. табл. IV.2) и его подготовки.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ РЕАКТОПЛАСТОВ*

Разработка технологической схемы производства изделий из реактопластов производится в такой последовательности:

- 1) выбор способа формования изделий;
- 2) разработка технологической схемы производства;
- 3) выбор основного технологического и вспомогательного оборудования и расчет количества оборудования.

Выбор способа формования изделий

Основные способы формования изделий из реактопластов показаны на рис. IV.1. Выбор способа формования зависит от применяемых пресс-материалов, конструкции изделия, тиражности производства.

1. Пресс-материалы. Способы III, IV, V (см. рис. IV.1) неприемлемы для переработки материалов с наполнителем в виде непрерывного волокна или тканых волокнистых материалов (волокниты, стекловолокниты и т. д.), так как при пластикации и литье таких материалов неизбежна деформация и частичное разрушение волокна; для реализации способа VI необходим выпуск специальных гранулированных пресс-материалов.

2. Конструкция изделий. Если изделия имеют резьбовые знаки, легко деформирующуюся арматуру, нельзя применять способы I, II, III, VI. Способы IV и V позволяют получать изделия с повышенной стабильностью размеров.

* Для других видов переработки пластмасс последовательность разработки технологической схемы производства изделий аналогична.

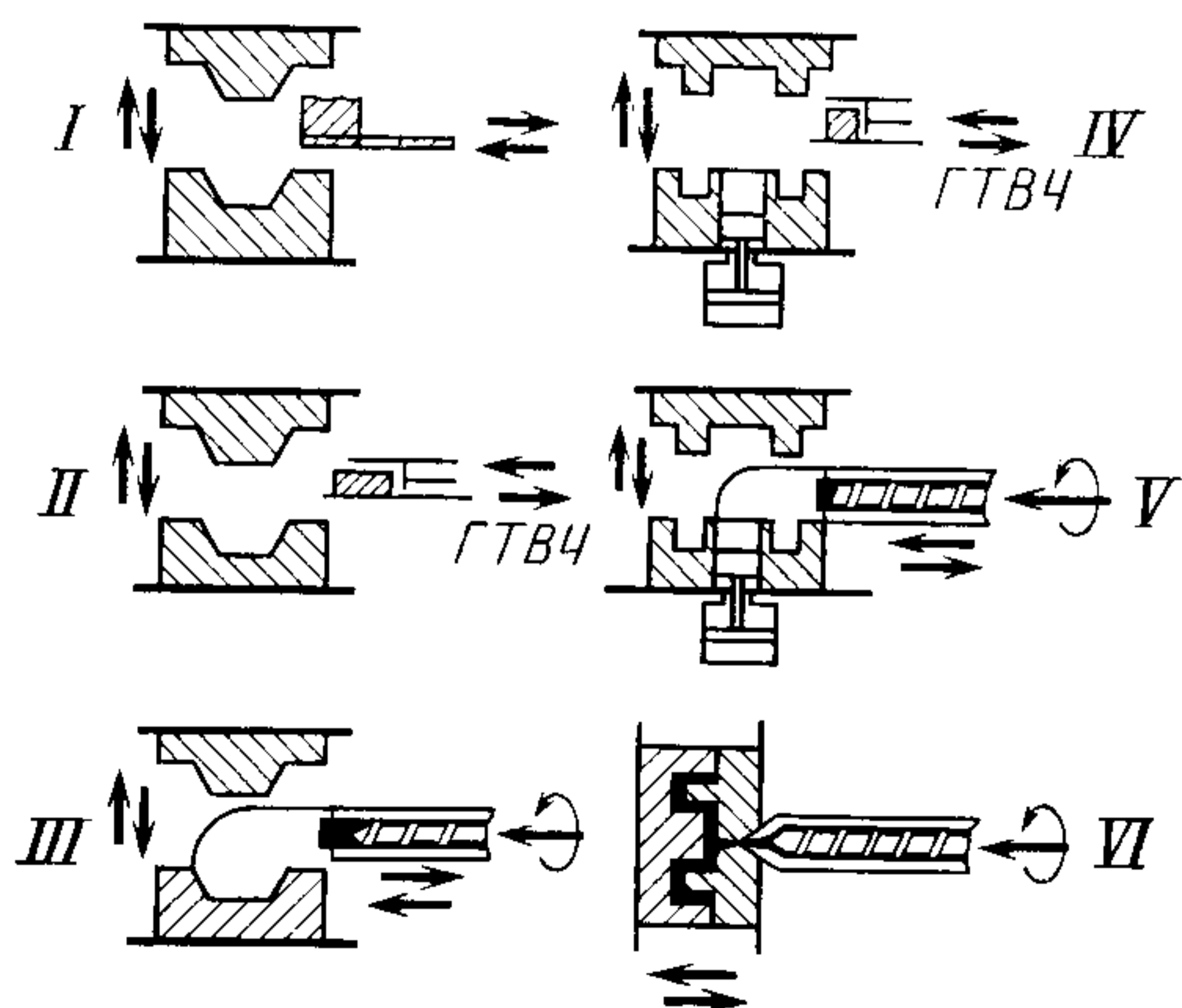


Рис. IV.1. Основные способы формования изделий из реактопластов:

I — прессование без предварительного подогрева порошковых и волокнистых материалов; II — прессование с предварительным подогревом таблетированных материалов в ГТВЧ; III — прессование со шнековой пластикацией материала; IV — трансферное литье; V — шнек-трансферное литье; VI — шнек-инжекционное литье.

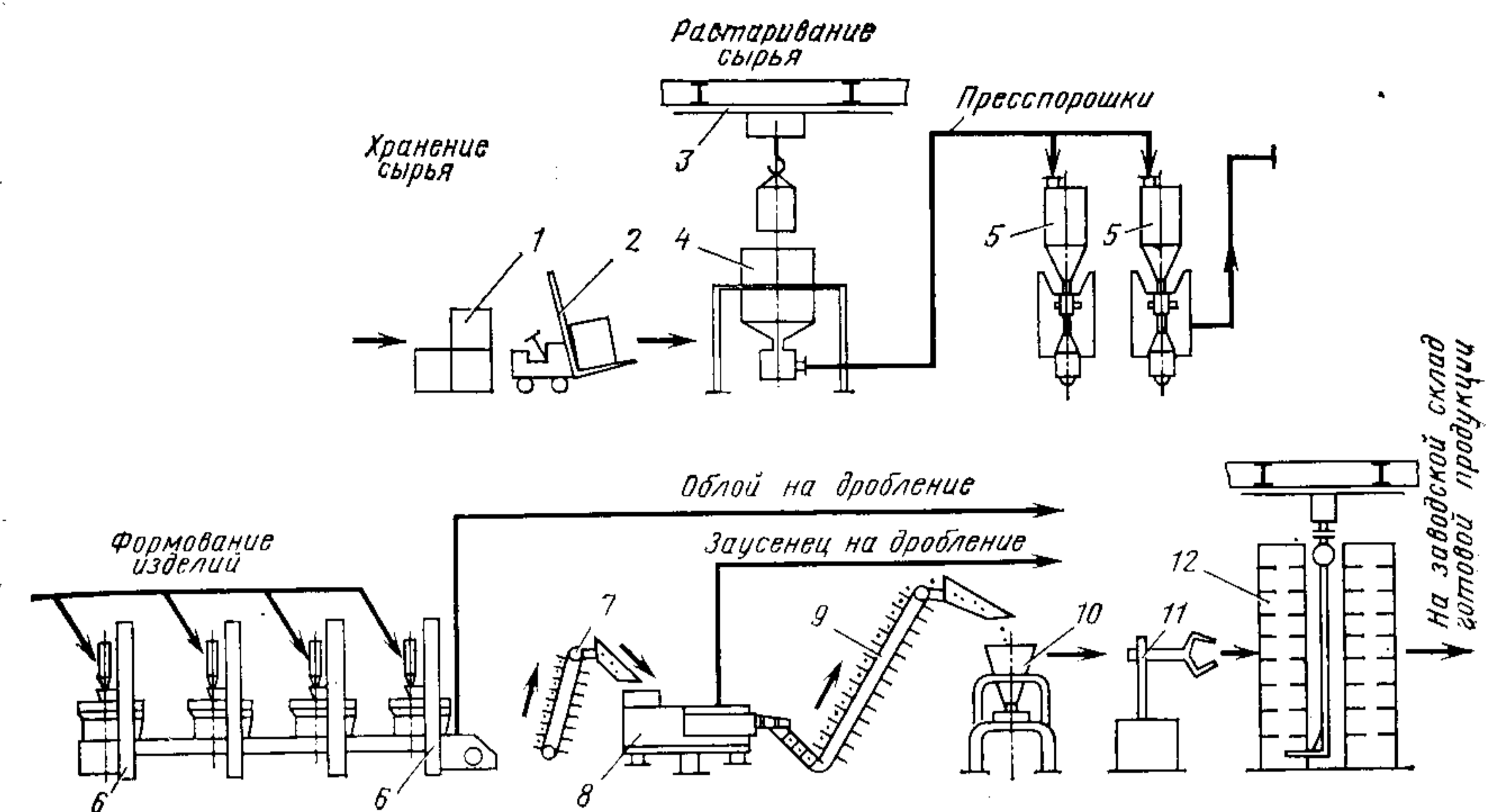


Рис. IV.2. Принципиальная технологическая схема производства изделий из реактопластов в автоматическом режиме на прессах-автоматах или реактопластавтоматах:

1 — мягкий контейнер; 2 — электропогрузчик; 3 — кран-балка; 4 — растарочная установка для контейнеров; 5 — бункер с пневмоподачей; 6 — гидравлический пресс-автомат или реактопластавтомат; 7 — элеватор; 8 — галтовочный барабан непрерывного действия; 9 — элеватор; 10 — упаковочный автомат; 11 — манипулятор для загрузки упакованных изделий; 12 — склад-штабелер.

3. Тиражность. От тиражности зависит выбор способа формования. Так, при крупнотоннажном производстве (свыше 300 тыс. шт. в год) выбирается способ, при котором возможно применение автоматического оборудования (роторных линий, реактопластавтоматов и т. д.).

На выбор способа формования влияют и другие факторы. Так, для автоматизированного оборудования и при изготовлении тонкостенных изделий рекомендуется применять объемную дозировку (способ I). Штучную дозировку с использованием таблеток (способ II) целесообразно применять при прессовании крупногабаритных и толстостенных изделий. При этом вследствие сокращения объема, занимаемого пресс-материалом, уменьшаются размеры загрузочных камер, упрощается загрузка, облегчается процесс предварительного нагрева.

Разработка технологической схемы производства

Технологический процесс производства изделий из реактопластов методом горячего формования состоит из следующих операций: прием сырья в контейнерах или в мешках, хранение сырья, его растаривание и входной контроль, таблетирование или жгутирование, передача подготовленного сырья к формующей полости гидравлического пресса или литьевой машины, формование изделий, механическая обработка и контроль готовых изделий, транспортирование готовых изделий на склад, переработка отходов.

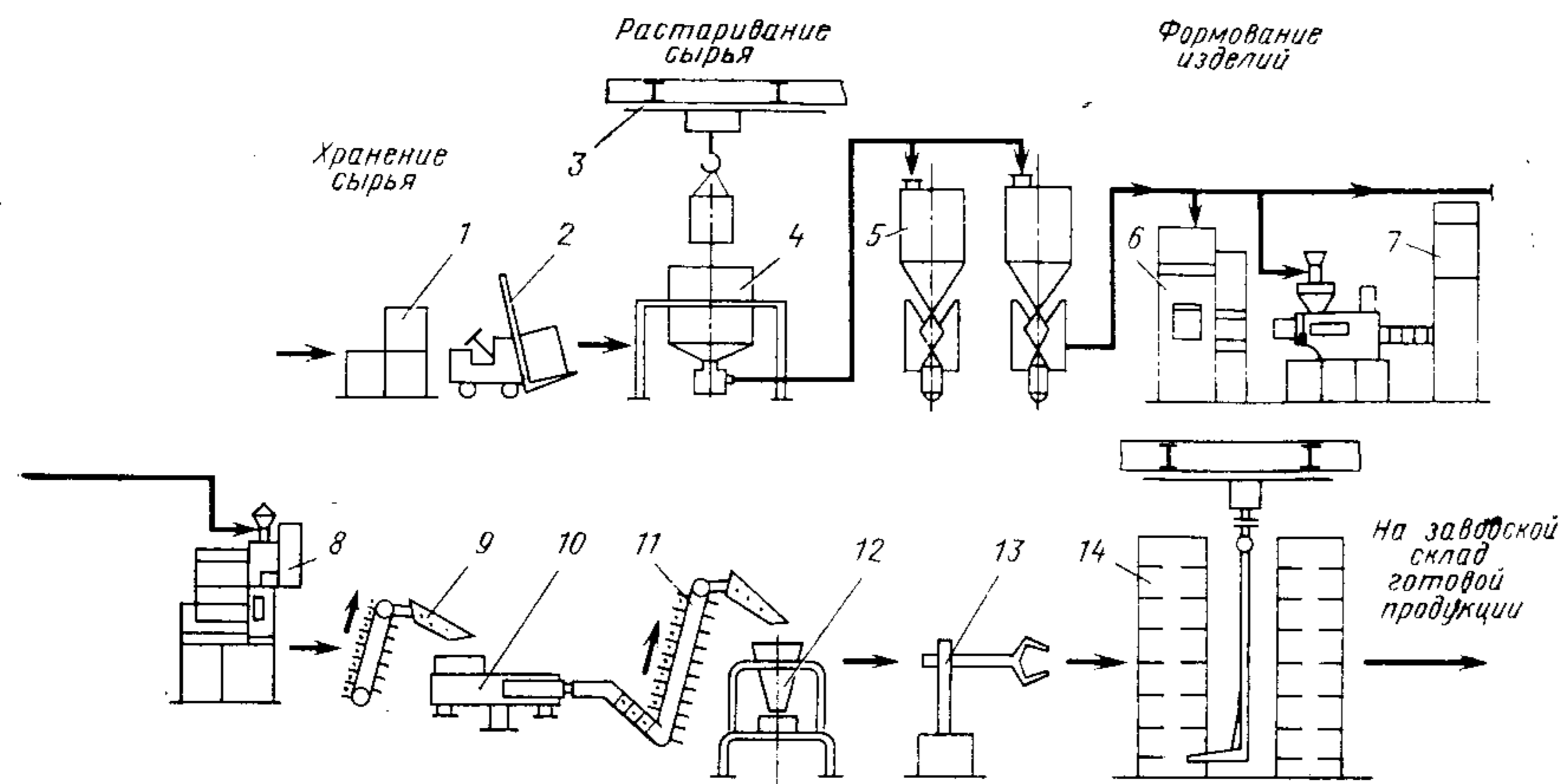


Рис. IV.3. Принципиальная технологическая схема производства изделий из реактопластов в автоматическом режиме на специальном оборудовании:

1 — мягкий контейнер; 2 — электропогрузчик; 3 — кран-балка; 4 — растарочная установка; 5 — бункер с пневмоподачей; 6 — гидравлический пресс-автомат; 7 — гидравлический пресс-автомат со шнековым пластикатором; 8 — роторная линия; 9 — элеватор; 10 — галтовочный барабан непрерывного действия; 11 — элеватор; 12 — упаковочный автомат; 13 — манипулятор для загрузки упакованных изделий; 14 — склад-штабелер.

Рекомендуется при проектировании производств изделий из реактопластов применять следующие технологические схемы.

1. Технологическая схема получения изделий из реактопластов в автоматическом режиме на прессах-автоматах или реактопластавтоматах (рис. IV.2).

Пресс-порошки электропогрузчиком 1 в мягких контейнерах 2 подаются на участок растаривания сырья. При помощи кран-балки контейнер подается к растарочной установке 4, откуда пневмотранспортом пресс-порошок транспортируется к бункерам 5, в которых создается запас, необходимый для стабильной работы пресс-автоматов 6 (или реактопластавтоматов), к которым порошок подается от бункеров также пневмотранспортом. Готовые изделия ленточным конвейером или электропогрузчиком транспортируются от прессов (реактопластавтоматов) через элеватор 7 в галтовочный барабан 8. После галтовки элеватором 9 изделия подаются в упаковочный автомат 10, откуда манипулятором 11 передаются на склад 12.

2. Технологическая схема получения изделий из реактопластов в автоматическом режиме на специальном оборудовании (рис. IV.3).

Эта технологическая схема отличается от описанной выше оборудованием для формования изделий (позиции 6, 7 и 8 на рис. IV.3). Для цеховой транспортировки полученных изделий обычно применяются электропогрузчики.

3. Технологическая схема получения прессовых изделий широкого ассортимента в полуавтоматическом режиме работы прессового оборудования (рис. IV.4).

Эта технологическая схема отличается от схемы, приведенной на рис. IV.2, наличием дополнительного растарочного устройства 6 для пресс-порошков, поставляемых в мешках таблеточных машин 8, манипуляторов 9, устройства для высокочастотного подогрева таблеток и станков для механической обработки 11, которые обычно располагаются возле ленточного конвейера, устанавливаемого в отделении механической обработки. Для формования изделий применяются прессы-полуавтоматы 7, 10. Наряду с перечисленными технологическими схемами имеется ряд дополнительных технологических решений; так, при переработке стекловолоконистых и других подобных материалов применяются специальные установки для жгутирования и таблетирования.

Прием сырья на завод

В соответствии с условиями затаривания сырья предприятиями-поставщиками на предприятиях по переработке реактопластов предусматривается прием сырья в контейнерах многоразового и одноразового использования емкостью до 1 м³, а также в бумажных и шпредирированных мешках.

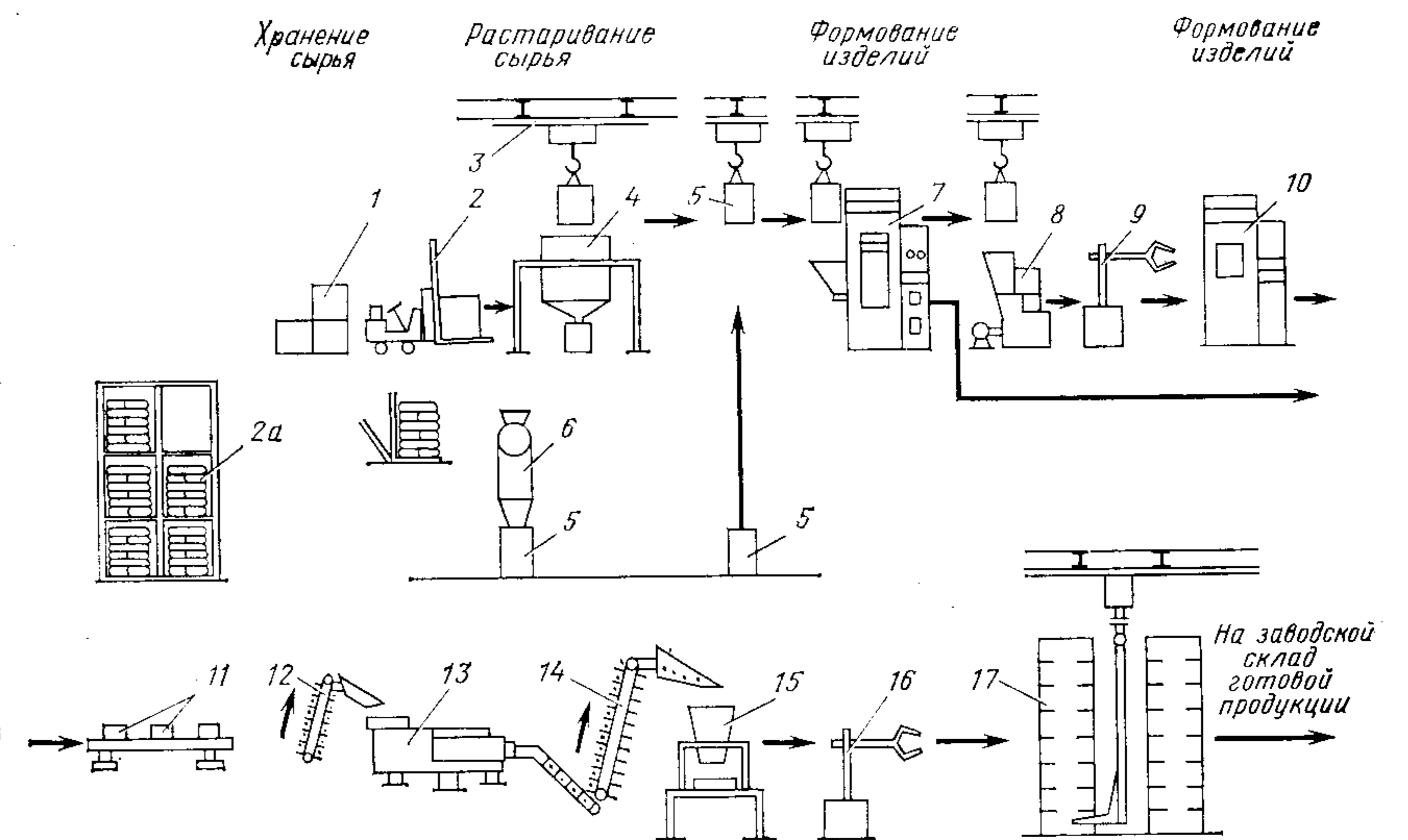


Рис. IV.4. Принципиальная технологическая схема производства прессовых изделий широкого ассортимента в полуавтоматическом режиме работы прессового оборудования:

1 — мягкий контейнер; 2 — автокран; 2а — мешок; 3 — кран-балка; 4 — растарочная установка для контейнеров; 5 — цеховой контейнер; 6 — растарочная установка для мешков; 7 — пресс-полуавтомат, работающий на пресс-порошках без подогрева; 8 — таблеточная машина; 9 — манипулятор для передачи таблеток; 10 — пресс-полуавтомат, работающий на таблетированном материале с высокочастотным подогревом; 11 — станки для механической обработки; 11а — ленточный конвейер; 12 — элеватор; 13 — галтовочный барабан непрерывного действия; 14 — элеватор; 15 — упаковочный автомат; 16 — манипулятор для загрузки упакованных изделий; 17 — склад-штабелер.

Хранение сырья

Сырье для прессования изделий целесообразно хранить в неотопливаемых складах, защищенных от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей (при длительном хранении реактопластов при температуре выше 20°C происходит понижение текучести материала). Рекомендации по проектированию заводских и цеховых складов сырья с учетом способов хранения грузов на 1 м² складских площадей и норм хранения приведены в табл. IV.3 и IV.4.

Контейнеры и мешки с заводских и цеховых складов подаются к специальным растарочным установкам, после которых часть пресс-порошков подается на машины для таблетирования, другая часть при помощи цехового оборотного контейнера или пневмотранспортом подается в загрузочный бункер формующего оборудования.

Таблица IV.3. Рекомендуемые нагрузки на 1 м² полезной площади заводских и цеховых складов сырья для производства изделий из реактопластов

Вид тары для транспортировки	Способ хранения	Средняя нагрузка на полезную площадь (тс/м ²) при высоте укладки (м)			
		до 1,5	до 3,0	до 4,5	6 и выше
Мягкие резинокордные контейнеры (для пресс-порошков)	Штабель (на поддонах)	0,40—0,55	—	—	—
	Стеллаж полочный (на поддонах)	—	—	1,07—1,5	2,0
Мешки (для пресс-порошков на основе фенопластов и аминопластов)	Штабель (на поддонах)	—	1,4—1,5	2,0—2,2	—
	Стеллаж полочный (на поддонах)	—	—	1,8—2,0	2,4—2,6
Мешки (для асболоволоконных и стекловолоконных пресс-материалов)	Штабель (на поддонах)	—	0,6—0,7	0,8—1,0	—
	Стеллаж полочный (на поддонах)	—	—	0,7—0,9	1,0—1,2

Таблица IV.4. Рекомендуемые нормы хранения пресс-материалов на заводских и цеховых складах сырья для производства изделий из реактопластов

Вид тары для транспортировки	Распределение сырья по видам тары, %	Нормы хранения, сут	
		на заводских складах	на цеховых складах
Мягкие резинокордные контейнеры	40	10—12	1
Мешки бумажные с полиэтиленовыми вкладышами	35	7—10	1
Мешки бумажные и шпредируемые	25	15—30	1

Подготовка сырья

Для определения параметров перерабатываемости сырья при входном аналитическом контроле проводится проверка скорости отверждения на пластометре Канавца и текучести по Рашигу. В связи с нестабильностью свойств сырья внутри партии для сложных изделий целесообразно проводить технологическое прессование с целью определения параметров формования.

Дозировка сырья при формовании

В зависимости от основного технологического оборудования применяется объемный или штучный метод дозировки. Объемный метод дозировки заключается в следующем. Гранулированные пресс-порошки при помощи пневмотранспорта или из цеховых контейнеров загружаются в бункер пресс-автомата, реактопластавтомата, роторной или ротационно-конвейерной линии. Дозировка осуществляется шнеком-пластикатором или специальным механическим питателем. Штучный метод дозировки заключается в подаче таблеток определенной массы в зону формования при помощи механических питателей или вручную.

Отходы, образующиеся при таблетировании, после дробления и смешения со свежим сырьем возвращаются на повторное таблетирование.

При проектировании отделений таблетирования пресс-порошков новолачного и резольного типа необходимо учитывать, что эти производства взрывоопасны (категория Б) и должны располагаться у наружных стен.

Формование изделий

Операция формования состоит из нескольких переходов:

- а) загрузка пресс-формы материалом (в случае применения установок ТВЧ материал загружается в подогретом состоянии);
- б) смыкание пресс-формы;
- в) отверждение материала;
- г) размыкание пресс-формы;
- д) съем отпрессованного изделия и очистка формы.

Механическая обработка изделий

Трудовые затраты на механическую обработку прессованных изделий составляют 25—40% от общих трудовых затрат, расходуемых на получение изделий. Механическая обработка объединяет операции доводки отформованных деталей с учетом предъявляемых к ним требований (снятие фасок, отделение грата и заусенцев, доводка размеров и т. д.).

В условиях существующего многономенклатурного производства изделий из реактопластов на специальном автоматическом и полуавтоматическом оборудовании обрабатывается до 15% изделий.

В связи с выделением пылящих отходов при механической обработке изделий из реактопластов необходимо создание специальных местных отсосов с улавливанием пыли в рукавных фильтрах.

Переход на литьевое прессование способствует уменьшению объема механической обработки.

При создании автоматических линий и участков (см. рис. IV.2) рекомендуется автоматы механической обработки размещать непосредственно у формующего оборудования (для этих нужд наиболее целесообразно применять галтовочные барабаны непрерывного действия).

Механической обработке подвергаются все 100% изделий (зачистка и удаление заусенцев и грата, зенкование отверстий, фрезерование, сверление, полировка). На одном станке для механической обработки может перерабатываться 45—60 т изделий в год. Количество рабочих, занятых на обработке, определяется по количеству обрабатываемых станков при коэффициенте загрузки, равном 0,75.

Упаковка и хранение готовой продукции

В связи с тем, что большинство прессовых изделий идет на комплектацию в машиностроительную и электротехническую промышленности, упаковка их производится в специальную тару поштучно. В табл. IV.5 приводятся данные по рекомендуемым нагрузкам на 1 м² полезной площади заводских и цеховых складов готовой продукции с учетом вида упаковки.

При создании автоматических линий и участков применяются специальные автоматы для упаковки готовых изделий.

Таблица IV.5. Рекомендуемые нагрузки на 1 м² полезной площади заводских и цеховых складов готовой продукции производств изделий из реактопластов

Изделия из реактопластов	Вид упаковки	Способ хранения	Средняя нагрузка на полезную площадь (т/м ²) при высоте укладки (м)	
			до 4,5	6 и выше
Изделия небольших габаритов	Ящики	Штабель*	0,50—2,16	—
		Стеллаж полочный*	0,44—1,88	0,58—2,50
Крупногабаритные изделия	Пакеты в обрешетке	Стеллаж полочный*	0,15—0,20	0,20—0,30

* На поддонах.

Переработка отходов

При изготовлении изделий из реактопластов образуются возвратные и безвозвратные отходы. В отличие от термопластов использование возвратных отходов реактопластов очень ограничено (бракованные таблетки, заусенцы, облой фенопластов и аминопластов). После измельчения они могут добавляться в объеме 10—20% к свежему сырью; из полученной смеси можно изготавливать ограниченный ассортимент изделий неотвеченного назначения. Помещение для участка переработки отходов должно соответствовать категории Б. На большинстве заводов использование отходов не представляется возможным из-за высоких требований к готовой продукции.

Выбор основного технологического оборудования

На основе обработки многочисленных статистических данных в НПО «Пластик» подготовлены алгоритмы и программы для ЭВМ, позволяющие в зависимости от заданного ассортимента выбрать наиболее экономичный способ формования и подобрать оборудование.

Выбор основного технологического оборудования осуществляется, исходя из принятого способа формования изделий и тиражности их производства.

Выбор таблеточных машин

В случае применения штучной дозировки выбираются необходимые для таблетирования типы и типоразмеры таблеточных машин, исходя из применяемых пресс-материалов и величины изделий. Сведения о таблеточных машинах, выпускающихся серийно, приведены в табл. IV.6.

Пресс-материалы с волокнистыми наполнителями целесообразно таблетировать на обычных гидравлических прессах или специальных шнековых машинах. Таблетки из волокнистых пресс-материалов должны быть по форме близки к готовой детали.

Учитывая трудности чистки таблеточных машин при переходе со светлых цветов на темные и большие потери сырья, разрешается при проектировании предусматривать дополнительное число таблеточных машин для закрепления за каждой различных по цвету пресс-порошков.

Выбор оборудования для подогрева пресс-материалов

Таблетированные пресс-материалы перед прессованием должны подогреваться вне зоны формования. Для этих целей применяются генераторы токов высокой частоты, характеристики которых приведены в табл. IV.7.

Таблица IV.6. Техническая характеристика

Наименование оборудования	Тип	Усиление таблетирования, кН	Диаметр таблеток, мм
Машина для таблетирования порошков типа фенопластов и аминопластов	МТ-3А (ВН-1301А)	90	30
Машина роторная для таблетирования	МТР-10 (инд. 599.995) МТР-6,5А (инд. 599.977)	100 До 65	25 16 и 20
Гидравлический автомат для таблетирования	Инд. 599.950	320	—
Агрегат для таблетирования волокнистых пресс-материалов типа АГ-4В и волокнита	Инд. 591.750	500	—

Таблица IV.7. Техническая характеристика генераторов токов высокой частоты для подогрева пресс-материалов

Марка генератора	Мощность, кВт	Частота рабочая, кГц	Габариты, мм	Масса, кг
ВЧ-Д2-1,6/40	3,7	40	650×530	210
ВЧ-Д3-6/81	12	81	1050×700×1750	400
ВЧ-Д2-2,5/81	5,2	81	950×700×1700	350

Примечания. 1. Напряжение 380/220 В, конечная температура нагрева таблеток 110±5 °С, частота 50 Гц. 2. Завод-изготовитель — завод ЭТО, г. Таганрог.

Применение предварительного нагрева ТВЧ особенно рационально при внедрении на производстве циклов ускоренного прессования при повышенной температуре.

В связи с тем, что генераторы токов высокой частоты должны устанавливаться в непосредственной близости от зоны прессования, температура и продолжительность нагрева устанавливаются опытным путем. Для расчетов могут быть рекомендованы параметры работы установок ТВЧ, приведенные в табл. IV.8.

В случае прессования изделий из предварительно нагретых таблеток материал переходит в вязкотекучее состояние значительно быстрее, продолжительность выдержки прессования сокращается.

Выбор оборудования для формования изделий из реактопластов

В СССР освоен выпуск разнообразного оборудования для формования изделий из реактопластов: гидравлические прессы, литьевые машины, ротационные прессы-автоматы, роторные линии, установки непрерывного прессования.

машин для таблетирования пресс-материалов

Производительность машины, шт/мин	Габариты машины, мм	Масса машины, кг	Потребляемая мощность, кВт
85—166	1883×1450×1810	3675	7
64—243	1418×1218×1845	3000	8,5
736	1055×1000×1780	1778	3,27
—	1600×900×1680	2200	8
50 кг/ч	3325×2552×2400	6100	32

Ниже приводятся технические характеристики гидравлических прессов (табл. IV.9), литьевых машин (табл. IV.10) и специального оборудования (табл. IV.11).

Таблица IV.8. Примерный режим работы генераторов токов высокой частоты при подогреве таблетированных реактопластов

Марки пресс-материалов	Масса навески, г	Число слоев таблеток	Зазор между верхним электродом и таблетками, мм	Продолжительность нагрева, мин	Температура, °С	Анодный ток, А
Фенопласт порошкообразный ре-	2—50	1—2	10—15	0,75—1,25	90—100	0,4—0,5
зольный Сп-1-342-02 (К-214-2); Э1-340-02 (К-211-2)						
Фенопласт порошкообразный новолачный 01-030-02 (К-20-2)	2—50	1—2	9—15	0,50—1,00	100—120	0,3—0,4
03-010-02 (К-18-2); Вх1-090-34 (К-18-36)	50—200 100		8—12 6—12	1,00—1,50 0,50—2,25		0,4—0,5 0,4—0,5
Фенопласт волокнистый У1-301-07 (волокнит)	10—40	1	20—25	0,50—1,50	60—80	0,4—0,5
Аминопласт	15—80	1	7—15	0,65—1,00	80—90	0,3—0,4

В связи с многообразием методов, применяемых для производства изделий из реактопластов, наибольшая эффективность проектируемого производства обеспечивается, как уже упоминалось ранее, при использовании математических методов выбора оборудования.

Таблица IV.9. Краткая техническая характеристика гидравлических прессов для прессования изделий из реактопластов (ГОСТ 8200—70)

Параметры машин	ДБ2424	ДБ2426	ДБ2428	ДБ2430	ДБ2432	ДБ2424А
	(базовая модель)					
Усилие прессования, кН	250	400	850	1000	1600	250
Наибольшее расстояние между плитами пресса, мм	710	710	710	900	1000	710
Размер стола, мм	560×500	560×500	560×500	710×630	800×710	560×500
Установленная мощность электродвигателей, кВт	1,5	2,2	4,0	5,5	7,5	1,5
Габариты пресса, мм	1460×1065×3050	1460×1100×3050	1544×1225×3174	1690×1120×3225	1950×800×3810	1460×1100×3050
Масса, кг	2200	2210	2810	4300	5015	2570

Продолжение табл. IV.9

Параметры машин	ДБ2426А	ДБ2428А	ДБ2430А	ДБ2432А
	(для ускоренного прессования)			
Усилие прессования, кН	400	630	1000	1600
Наибольшее расстояние между плитами пресса, мм	710	800	900	1000
Размер стола, мм	560×500	630×560	710×630	800×710
Установленная мощность электродвигателей, кВт	3,0	4,0	5,5	11,0
Габариты пресса, мм	1530×1050×3020	1544×1225×3174	1690×1120×3235	1920×1205×3810
Масса, кг	2580	3080	3650	3185

Продолжение табл. IV.9

Параметры машин	ДБ2426Б	ДБ2428Б	ДБ2430Б	ДБ2432Б
	(для умеренного прессования с приставкой для автоматической загрузки и выгрузки)			
Усилие прессования, кН	400	630	1000	1600
Наибольшее расстояние между плитами пресса, мм	710	800	900	1000

Размер стола, мм	560×500	630×560	710×630	800×710
Установленная мощность электродвигателей, кВт	3,0	4,0	5,5	11,0
Габариты пресса, мм	1530×2030×3020	1544×2205×3174	1690×2050×3225	1920×2280×3810
Масса, кг	2835	3355	4764	5555

Продолжение табл. IV.9

Параметры машин	ДБ2434	ДБ2436	ДО436	ДА2238А
	(для прессования и трансферного литья)		(колонного типа)	
Усилие прессования, кН	2500	4000	4000	6300
Наибольшее расстояние между плитами пресса, мм	1250	1250	1330	1600
Размер стола, мм	1120×1000	1400×1120	—	1400×1250
Установленная мощность электродвигателей, кВт	13,0	—	10	26
Габариты пресса, мм	2610×2220×4480	2520×1410×4905	3240×1340×5020	4180×2330×5570
Масса, кг	9960	13900	22155	33000
Стоимость, тыс. руб.	12,84	13,30	11,20	30,00

Продолжение табл. IV.9

Параметры машин	ДБ2426Г	ДБ2430Г	ДБ2432Г
	(с шнековой приставкой)		
Усилие прессования, кН	400	1000	1600
Наибольшее расстояние между плитами пресса, мм	710	900	1000
Размер стола, мм	560×500	710×630	800×710
Установленная мощность электродвигателей, кВт	6,7	—	14,7
Габариты пресса, мм	1460×3190×3050	—	1800×3700×378
Масса, кг	3655	—	—

Таблица IV.10. Краткая техническая характеристика машин для литья под давлением терморезактивных материалов

Параметры машин	Д3127-63P	Д3130-125P	ДА3130-125P	Д3132-250P	Д3134-500P	Д3136-1000P
Номинальное усилие запираания формы, кН	500	1000	1000	1600	2500	4000
Ход подвижной плиты, мм	250	320	320	400	500	630
Высота устанавливаемого инструмента, мм						
наибольшая	250	320	320	400	500	630
наименьшая	140	160	160	200	250	320
Расстояние между колоннами в свету, мм						
горизонтальное	320	400	400	500	500	630
вертикальное	250	320	320	400	500	630
Наименьшее время одного раскрытия и закрытия форм, с	3,0	4,0	4,0	5,3	7,1	9,5
Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	500	640	640	800	1000	1260
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	12,5	10—12,5	10	16	13—20	20
Объем впрыска за цикл, см ³						
номинальный	63	125	125	250	500	1000
теоретический	92	130	170	350	700	1250
Номинальное давление литья, МПа	132	180	132	132	132	132
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	—	78	78	125	192	300
Диаметр пластицирующего червяка, мм	36	40	36	50	60	80
Частота вращения пластицирующего червяка, об/мин	4—378	10—200	10—240	40—400	10—220	10—100
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	14,0	18,5	17,0	16,2	43,0	43,0
Суммарная мощность всех электронагревателей, кВт	7,5	11,9	11,8	30,0	11,0	23,0
Габариты машины, мм:						
длина	3550	4750	4350	5160	6140	7620
ширина	870	1042	1042	1100	1480	1740
высота	1750	1890	1900	1975	2220	2610
Масса машины с электрооборудованием, кг	2945	6500	5110	9843	11639	21500

Таблица IV.11. Краткие технические характеристики специального оборудования для формования изделий из реактопластов

Параметры машин	Ротационный пресс К12.008	Роторные линии типа ЛПИ				Установки непрерывного прессования				Роторно-конвейерные линии типа РКП			
		5		10		25		40		63		100	
		5	10	25	63	25	40	63	100	5	16	40	
Усилие прессования, кН	160	50	100	250	630	250	400	630	1000	50	160	400	
Количество позиций, шт.	10	45	36	24	12	18	18	18	18	—	—	—	
Производительность, шт./мин	11	40	30	20	10	200	170	145	120	50—200	50—200	25—100	
Общая установленная мощность, кВт	15,8	12	18	20	18	—	—	—	—	40	45	55	
Мощность нагрева, кВт	—	—	—	—	—	2	3,5	5	7	—	—	—	
Габариты, мм	2020 × 3550 × 2675	2800 × 1800 × 2500	2200 × 2000 × 2500	3500 × 2200 × 2800	3000 × 2500 × 3200	6100 × 2500 × 2300	7200 × 2800 × 2700	8300 × 3100 × 3000	9500 × 3400 × 3700	—	—	—	—
Масса, т	—	8	10	15	16	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица IV.12. Зависимость экономической эффективности от способа формования и вида оборудования

Показатели	Прямое прессование на полуавтоматических прессах	Литье под давлением автоматическое
Оборудование	Пресс гидравлический	Реактопластавтомат
Число гнезд пресс-формы, шт.	2	1
Время прессования, с	350	58
Норма обслуживания	1 чел. на 3 прессы	1 чел. на 10 машин
Брак, %	5	5
Возможная производительность, деталей/год	59 000	177 000
Себестоимость изделия, руб.	1,58	1,38

Для примера приведем сравнение экономической эффективности формования двумя разными способами и на разном оборудовании изделия типа «колесо» из меламиноформальдегидной пресс-композиции (масса изделия 163 г, наибольшая толщина стенки — 11 мм (табл. IV.12).

Выбор типоразмера и расчет количества основного технологического оборудования

Типоразмер прессового оборудования выбирается, исходя из массы и размеров изделия, материала, тиражности.

Потребность в оборудовании определяется на основании расчета трудоемкости изготовления изделий по нормируемым операциям технологического процесса; для этого проектировщику должна быть дана полная ассортиментная программа (см. табл. IV.13).

Время выдержки, если нет опытных данных, может определяться по специальным номограммам.

Другой расчетный параметр — гнездность формы определяется конструктивными особенностями детали, тиражностью и техно-экономическими расчетами.

В случае, если при проектировании ассортиментная программа неизвестна, на основании обработки статистических данных Госпластпроектом рекомендуются исходные данные для укрупненного расчета количества оборудования и его типоразмеров, приведенные в табл. IV.14—IV.16.

При анализе результатов обследования действующих заводов было установлено, что для каждой отрасли народного хозяйства характерно свое соотношение марок перерабатываемого сырья (табл. IV.17).

Ниже приводятся некоторые дополнительные рекомендации по разработке проекта производства изделий из реактопластов.

Т а б л и ц а IV.13. Расчет основного технологического оборудования по ассортиментной программе

Заводской номер изделия	Наименование изделия	Марка пресс-материала	Тираж, тыс. шт./год	Масса изделия, г	Тщательность пресс-формы	Площадь изделия, см ²	Общая площадь всех гнезд, см ²	Давление прессования, МПа	Расчетное номинальное усилие прессования с учетом коэф. потерь $k=1,12$, кН	Принятое усилие прессования, кН и тип оборудования	Время цикла, с	Время работы оборудования для выпуска годовой программы, ч	Расчетный фонд времени работы оборудования, ч	Расчетное количество оборудования на годовую программу, шт.	Принятое количество оборудования, шт.
721	Крышка предохранительной коробки	Ж1-010-40 (К-18-53)	16000	29,5	6	29,0	174	30	590	1000 ДБ2430Б	60	44444	5300	8,40	9
4776	Гайка предохранительной коробки	»	16000	7,6	1	13,0	13	30	40	50 РКП-5	30	133333	5300	25,20	25
6842	Колпачок	03-010-2 (К-18-2)	25000	7,0	16	9,0	144	30	480	400 ДБ2426	65	28212	5300	5,30	11
2090	Колпачок	»	25000	6,0	16	9,0	144	30	480	400 ДБ2426	65	28212	5300	5,30	11
2142	Корпус свечи	Э-9-342-73 (К-214-43)	10000	24,2	4	5,0	20	30	70	250 ДБ2424	85	59028	5300	11,10	11
4209/1	Цоколь	03-010-2 (К-18-2)	5000	4,0	24	3,1	75	30	250	400 ДБ2426Б	60	3472	5300	0,66	4
4209/2	Корпус	»	5000	10,0	12	7,0	84	30	280	400 ДБ2426Б	80	9259	5300	1,75	4
4209/3	Головка	»	5000	8,5	15	4,9	74	30	250	400 ДБ2426Б	80	7407	5300	1,40	4

Т а б л и ц а IV.14. Производительность прессового оборудования по фенопласту общего назначения 03-010-02 (К-18-2)

Усилие пресса-полуавтомата, кН	Производительность	
	кг/ч	т/год
400	2,4—3,4	15—21
630	3,2—4,0	20—25
1000	5,8—7,1	36—44
1600	7,2—8,0	45—50
2500	9,3—11,3	58—70

Т а б л и ц а IV.15. Рекомендуемое соотношение прессового оборудования

Усилие пресса-полуавтомата, кН	Доля в общем количестве прессов, %
400	2
630	24
1000	39
1600	30
2500	5

Т а б л и ц а IV.16. Средние соотношения прессовых материалов и переводные коэффициенты по видам материалов для пересчета производительности

Материал	Доля в общем количестве материалов, %	Коэффициент для пересчета производительности	Материал	Доля в общем количестве материалов, %	Коэффициент для пересчета производительности
Фенопласт общего назначения 03-010-02 (К-18-2)	56	1	Волокнит	12	0,74
Фенопласт резольного типа Э2-330-02 (К-21-22)	4	0,55	Аминопласт	20	0,97
			Асбоволокнит	5	0,90
			Прочие	3	0,50

Т а б л и ц а IV.17. Соотношение перерабатываемых пресс-материалов в различных отраслях промышленности, %

Материалы	Электро-техника	Товары народного потребления	Машино-строение	Приборо-строение
Новолачные пресс-порошки	89	49,5	33	83,8
Резольные пресс-порошки	6	1,0	46	14
Аминопласт	4,5	49,5	5,5	1,9
Волокнит	0,5	—	15,5	0,3
Всего	100	100	100	100

Расчет безвозвратных потерь

Безвозвратные потери могут быть определены по номограмме, приведенной на рис. IV.5. Здесь указаны нормативные коэффициенты, выражающие отношение массы потерь к чистой массе деталей:

$K_{бт}$ — коэффициент, характеризующий величину безвозвратных потерь при подготовке материала (таблетирование, жгутирование, экструдирование и т. д.);

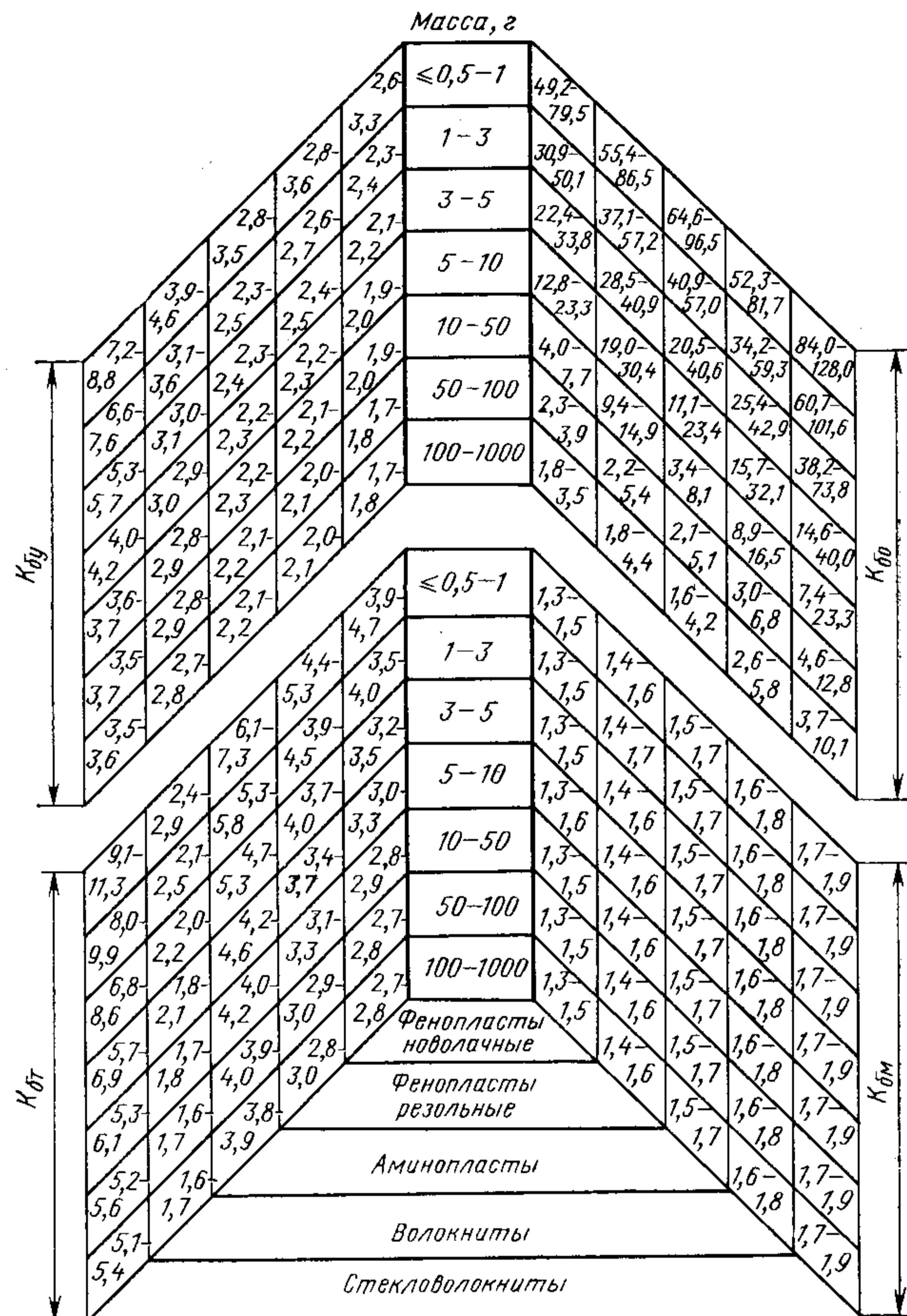


Рис. IV.5. Номограмма для определения нормативных коэффициентов безвозвратных потерь сырья при прессовании реактопластов ($\times 10^{-2}$).

$K_{бу}$ — коэффициент, характеризующий величину безвозвратных потерь на угар, летучие при прессовании;

$K_{бо}$ — коэффициент, характеризующий величину безвозвратных потерь при механической обработке;

Таблица IV.18. Рекомендации по выбору основных рабочих

Наименование оборудования	Усилие прессования, кН	Режим работы	Количество единиц оборудования, обслуживаемых 1 чел.
Гидравлические прессы-полуавтоматы	От 400 до 2500	Полуавтоматический	1,8—2,0
Гидравлические прессы-автоматы	От 630 до 1600	Автоматический	4,0
Автоматические линии	От 400 до 2500	То же	5,0
Роторные линии	—	—	1—3

$K_{бо}$ — коэффициент, характеризующий величину безвозвратных отходов, образующихся в технологическом процессе (отходы при выходе на режим, первые запрессовки, при выходе на размер по форме-дублеру, грат при прессовании и т. д.).

Номограмма составлена по данным НПО «Пластик» по пяти материалам (фенопласты новолачные, фенопласты резольные, аминопласты, волокниты, стекловолокниты), по семи весовым группам изделий (от 0,5 до 1000 г) [3].

К расчету рабочей силы

При проектировании прессовых производств по конкретному ассортименту расчет основных рабочих может производиться согласно следующим рекомендациям, приведенным в табл. IV.18.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брагинский В. А. Прессование. Л., Химия, 1979. 175 с.
2. Школьник А. И., Розенфельд В. И. Технологическое проектирование и подготовка производства изделий из реактопластов. М., НИИТЭХИМ, 1979. 27 с.
3. Инструкция по нормированию расхода синтетических смол и пластических масс в производстве изделий и полуфабрикатов. Утверждена Министерством химической промышленности 6.03.1978 г. М., НПО «Пластик», 1979. 75 с.

Глава V

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Литье под давлением заключается в размягчении материала до вязкотекучего состояния в цилиндре литьевой машины и последующем перемещении его в литьевую форму, где материал, охлаждаясь, затвердевает, сохраняя при этом конфигурацию внутренней полости формы. Процесс литья является дискретным процессом, в котором периодически изменяются как состояние материала, так и воздействие на него отдельных элементов оборудования и оснастки (подробнее см. [1; 2]).

Качество изделий, изготавливаемых методом литья под давлением, в значительной степени зависит от режимов переработки, подготовки сырья, а также точного соблюдения параметров процесса во времени.

Сам процесс изготовления изделий может быть разбит на отдельные операции (стадии), которые выполняются в определенной последовательности. Для каждой операции определяются режимы ее выполнения, а также необходимое оборудование.

При проектировании производства литьевых изделий необходимо решать вопросы выбора основного и вспомогательного оборудования в соответствии с принятой или разработанной технологической схемой с учетом особенностей переработки того или иного вида термопласта.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Все технологические схемы производства изделий из термопластов методом литья под давлением включают в себя следующие стадии:

1. Прием, транспортирование, растаривание и хранение сырья. Входной контроль.
2. Подготовка сырья.
3. Транспортирование сырья со склада или участка подготовки сырья в цех формования изделий (к литьевым машинам).
4. Формование изделий.
5. Конфекционирование изделия.
6. Контроль готовой продукции.
7. Упаковка и хранение готовой продукции.
8. Переработка отходов.

Содержание отдельных стадий и порядок их выполнения могут изменяться и уточняться в зависимости от выбранной технологической схемы.

Технологические схемы производства необходимо разрабатывать, руководствуясь следующими критериями:

— уровень автоматизации основного процесса (полуавтоматический или автоматический режим работы основного оборудования);

— формы и способы отбора готовых изделий и воздействия на изделие после его формования (изготовление изделий на автоматических линиях, участках или специализированном рабочем месте);

— уровень централизации выполнения отдельных операций (упаковка, механическая обработка готовых изделий, контроль).

В настоящее время наиболее целесообразно применять следующие технологические схемы производства литьевых изделий:

— в полуавтоматическом и автоматическом режимах работы оборудования с распределением программ изделий по расчетным рабочим местам (рис. V.1); расчет целесообразно выполнять с помощью ЭВМ;

— на автоматических линиях (рис. V.2);

— на автоматизированном участке (рис. V.3).

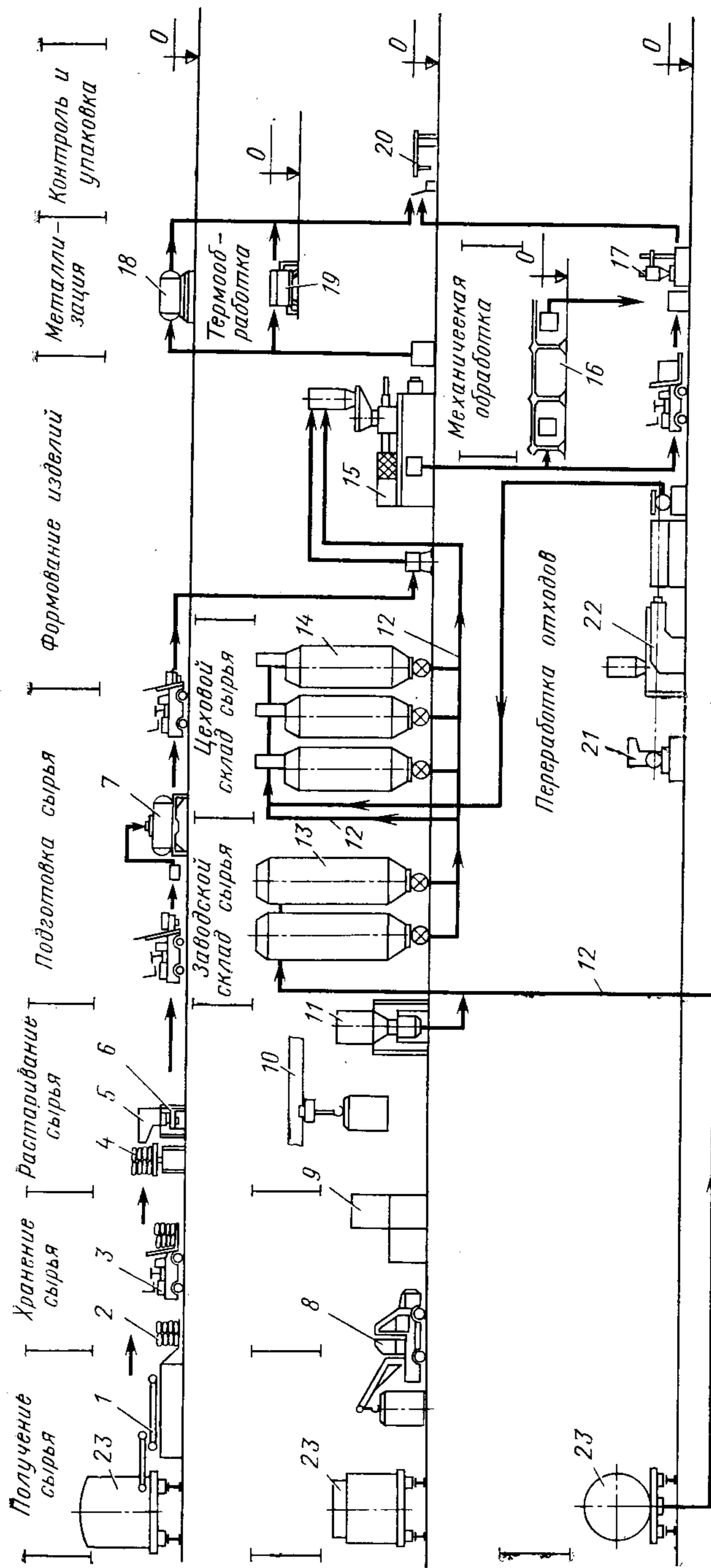


Рис. V.1. Технологическая схема производства литьевых изделий из термопластов в полуавтоматическом и автоматическом режимах работы оборудования:

1 — система транспортеров; 2 — поддон с мешками; 3 — электропогрузчик; 4 — подъемный стол; 5 — растаривающая установка мешков; 6 — технологический контейнер; 7 — вакуумная сушилка; 8 — автокран; 9 — мягкий контейнер; 10 — подвесная установка мостов; 11 — старочная установка контейнеров; 12 — пневмотранспорт; 13, 14 — емкости для хранения сырья; 15 — литьевая машина; 16 — станок механической обработки; 17 — установка вакуумной металлзации; 18 — ванна термообработки; 19 — станок упаковки; 20 — стол упаковки; 21 — дробилка; 22 — гранулятор для переработки отходов; 23 — вагон (полувагон, цистерна).

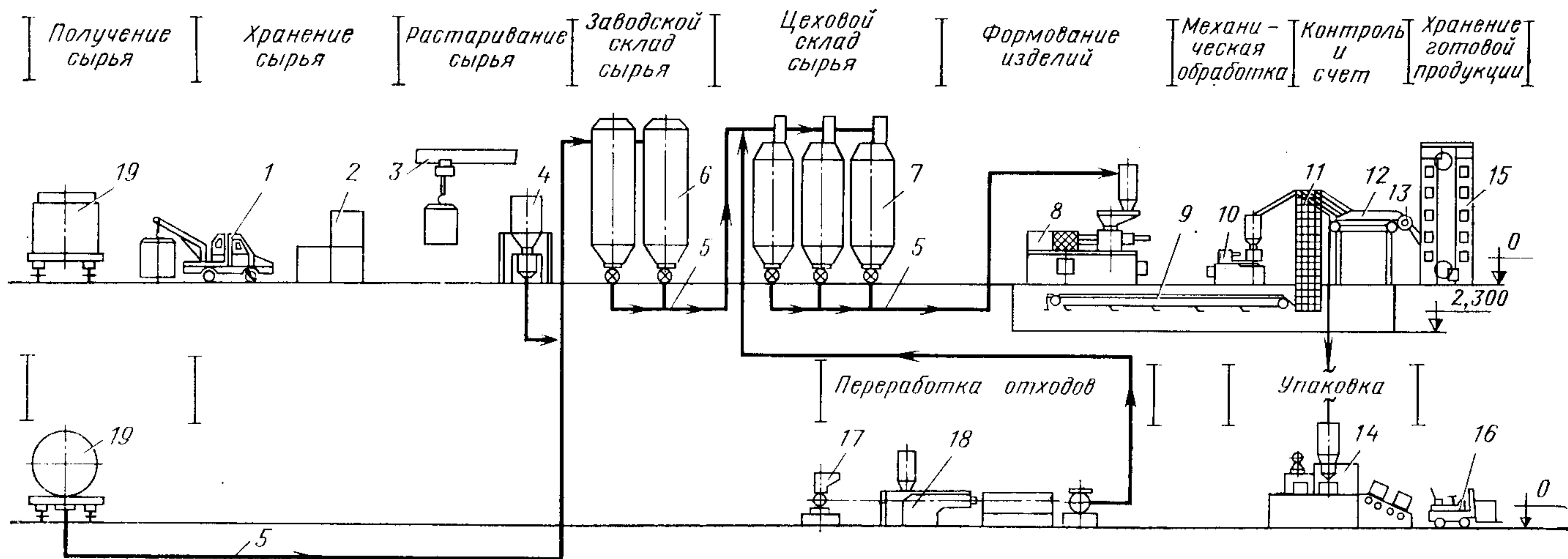


Рис. V.2. Технологическая схема производства литьевых изделий из термопластов на автоматической линии:

1 — автокран; 2 — мягкий контейнер; 3 — подвесная кран-балка; 4 — растарочная установка контейнеров; 5 — пневмотранспорт; 6, 7 — емкости для хранения сырья; 8 — литьевая машина; 9 — транспортер; 10 — автомат механической обработки; 11 — вертикальный транспортер; 12 — транспортер; 13 — счетное устройство; 14 — автомат упаковки; 15 — автоматизированный склад продукции; 16 — электропогрузчик; 17 — дробилка; 18 — гранулятор для переработки отходов; 19 — полувагон (цистерна).

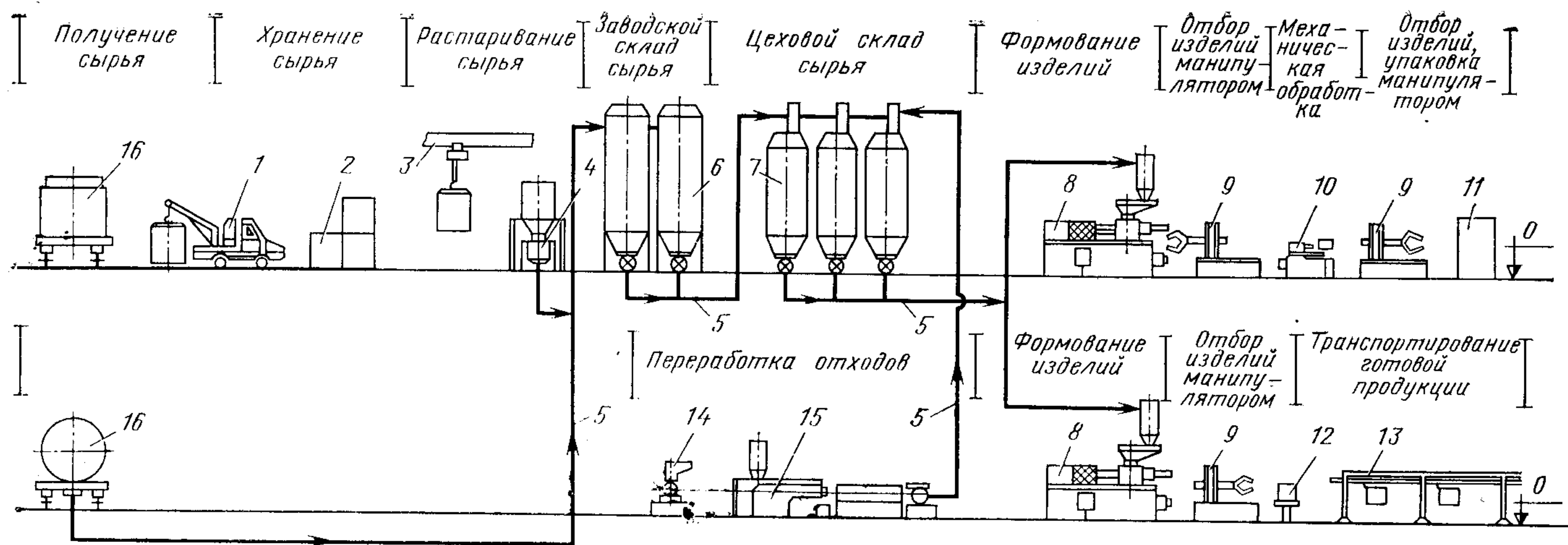


Рис. V.3. Технологическая схема производства литьевых изделий из термопластов с применением манипуляторов:

1 — автокран; 2 — контейнер мягкий; 3 — подвесная кран-балка; 4 — растарочная установка контейнеров; 5 — пневмотранспорт; 6, 7 — емкости для хранения сырья; 8 — литьевая машина; 9 — манипуляторы; 10 — автомат механической обработки; 11 — контейнер; 12 — стол подъемный; 13 — транспортер; 14 — дробилка; 15 — гранулятор для переработки отходов; 16 — полувагон (цистерна).

Содержание отдельных разделов технологической схемы производства

Прием сырья

В соответствии с условиями затаривания сырья предприятиями-изготовителями, на предприятиях по переработке полимерных материалов методом литья под давлением предусматривается прием сырья в цистернах, контейнерах и мешках.

Учитывая большое разнообразие перерабатываемого сырья и относительно небольшую тоннажность его, наиболее целесообразным видом упаковки термопластов для литья под давлением представляются контейнеры одноразового использования.

Сырье из контейнеров может растариваться и подаваться пневмотранспортом либо в емкости наружного хранения, либо в цеховые промежуточные емкости.

Из цистерн сырье пневмотранспортом подается в емкости, объем которых равен или больше объема цистерн.

Сырье в мешках транспортируется из вагонов системами транспортеров, укладывается партиями на поддоны и межцеховым транспортом перевозится в заводской склад.

При приеме сырья в любой упаковке обязательным условием является учет прибывшего сырья, для чего предусматриваются железнодорожные и автомобильные весы.

В случае приема сырья в контейнерах разового использования учет может вестись по количеству упаковок.

Хранение сырья

Заводской склад необходимо проектировать из расчета 10—15-суточного запаса сырья (уточняется в зависимости от того, в составе какого предприятия размещается производство литьевых изделий).

Сырье, поступившее в цистернах или оборотных контейнерах, рекомендуется хранить в емкостях объемом 100 м³ и более.

Контейнеры разового использования с затаренным сырьем наиболее целесообразно хранить на контейнерной площадке. Количество сырья в одном контейнере — 0,5 т, площадь, занимаемая контейнером, — около 0,6 м². Количество рядов контейнеров по высоте — до трех.

Сырье, поступившее в мешках, хранится партиями в заводском складе. Оптимальным является стеллажный способ хранения сырья на поддонах. Для улучшения использования высоты помещений рекомендуется использовать штабелеры, при помощи которых осуществляется установка и выем пакетированного сырья. Управление штабелером может быть местным или дистанционным.

При автоматизированных производствах рекомендуется применять автоматизированные склады хранения сырья, представляющие собой систему емкостей, оборудованных указателями уровня сырья. Сырье подается к месту потребления при помощи пневмотранспорта, включающегося автоматически по вызову от литьевой машины при понижении уровня сырья в бункере или через определенные промежутки времени.

Растаривание сырья

Железнодорожные или автомобильные цистерны по поступлении на завод устанавливаются у разгрузочного устройства. В настоящее время применяется система быстрых соединений выгрузочного трубопровода цистерны с патрубком трубопровода, ведущего к складским емкостям. Растаривание обеспечивается подачей внутрь цистерны сжатого воздуха (давлением около 2 атм). Удаленность складских емкостей не должна превышать 20—25 м от места разгрузки.

Контейнеры с площадки хранения подаются в отделение растаривания, где с помощью грузоподъемных механизмов устанавливаются на устройство для растаривания.

При применении оборотных контейнеров освобождается от закрепления клапан выгрузочного отверстия, а при применении контейнеров одноразового использования делается разрез боковой части контейнера. Сырье пневмотранспортом подается в складские емкости или растаривается в технологические контейнеры.

Сырье, поступившее в мешках, с заводского склада привозится в цеховой, где растаривается на растарочной установке. Термопласты пневмотранспортом подаются в цеховые емкости или перетариваются в технологические емкости.

Входной контроль сырья

Сырье, поступающее на предприятие в любой упаковке, сопровождается соответствующим документом (паспортом), в котором указываются его основные характеристики и соответствие требованиям ГОСТ или ТУ.

Для определения параметров перерабатываемости сырья, а также соответствия характеристик значениям, указанным в сопроводительном документе, проводится так называемый входной контроль. При этом определяется однородность материала в партии и показатель текучести расплава. Для определения последнего применяется прибор ИИРТ.

Определение основных технологических и физико-механических показателей сырья при необходимости проводятся в лаборатории, имеющей отделения технологических, физико-механических и химико-аналитических испытаний.

Подготовка сырья

Подготовка термопластичных материалов выполняется в зависимости от технических условий по их переработке, требований к качеству готовой продукции, к поверхности изделий и к их окраске. В связи с этим в отделении подготовки могут выполняться операции сушки сырья и смешения его с концентратами красителей.

Влажность сырья является одним из важных параметров, влияющих на качество литьевых изделий. В связи с этим термопласты перед переработкой рекомендуется подвергать сушке в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. V.1.

Для полимерных материалов, не требующих вакуумной сушки, рекомендуется (при необходимости) использовать подсушку горячим воздухом с температурой 60—80 °С. Для литьевых машин с объемом впрыска 250 см³ и более возможна подсушка сырья непосредственно у машины за счет установки дополни-

Таблица V.1. Технологические режимы подготовки сырья и переработки термопластов методом литья под давлением

Термопласт	Температура расплава, °С	Давление литья, МПа	Температура формы, °С	Допустимая влажность материала, %	Условия предварительной сушки	
					температура, °С	продолжительность, ч
Полистирол	170—250	60—150	20—70	0,1	70—80	1—2*
Сополимер АБС	180—220	140—180	50—80	0,1	70—85	2—4,4*
Полиметилметакрилат	180—240	50—200	40—80	—	80—90	1*
Непластифицированный ПВХ	170—190	80—250	30—60	0,3	60—70	1—2*
Пластифицированный ПВХ	150—180	40—100	50—70	0,3	60—70	1—2*
Полиэтилен низкой плотности	160—260	30—80	40—50	0,1	70—80	0,5—1*
Полиэтилен высокой плотности	220—280	60—140	40—60	0,1	80—90	0,5—1*
Полипропилен	180—300	80—150	40—90	0,1	80—100	0,5—1*
Ацетобутират — целлюлозный этрол	170—210	100—140	40—70	0,2	80	1*
Полиамид 12	220—250	40—100	20—130	0,15	80	4—6*
Полиуретан	175—200	80—100	20—90	—	80	0,5**
Поликарбонат	270—320	70—150	80—120	0,015	110—120	8—16**
Полиформальдегид	200—220	100—150	90—120	0,2	85	4**
Полиакрилат	250—340	85—150	140—160	0,1—0,2	100—120	4—5**

* Воздушная сушка или специальный бункер машины.

** Вакуумная сушка.

тельного бункера с вентилятором, электрическим нагревателем, распределителем воздуха и системы контроля и управления. Для машин с меньшим объемом впрыска рекомендуется централизованный способ подготовки сырья.

В настоящее время предъявляются высокие требования к физико-механическим свойствам и окраске литьевых изделий.

Наиболее прогрессивным методом следует считать окраску полимерных материалов с помощью суперконцентратов с добавлением последних в количестве 0,2—1,5% в прозрачные полимеры и 1,0—2,0% — в непрозрачные. Суперконцентраты или другие добавки вводятся при помощи трехкомпонентных дозирующих устройств, устанавливаемых над бункером одной литьевой машины или на отдельном участке, с которого обеспечивается сырьем с добавками группы литьевых машин.

При значительных количествах термопластов, подлежащих смешению с суперконцентратами и другими добавками, или при отсутствии компактных дозирующих устройств для установки над литьевыми машинами рекомендуется организовывать централизованное отделение смешения с применением центробежных лопастных смесителей периодического действия, характеристики которых приводятся ниже:

	ЦЛ-100ВРК	ЦЛ-400ВРК
Объем смесителей камеры, м ³		
рабочий	0,10	0,40
номинальный	0,16	0,63
Рабочая температура, °С		
в смесительной камере	До 60	До 100
в рубашке	До 30	35—100
Частота вращения рабочих органов, об/мин	720	525
Электродвигатель		
мощность, кВт	13	55
частота вращения вала, об/мин	1460	1470
Габаритные размеры, мм	2300×954×1534	3055×1450×1742
Масса, кг	995	2185

Транспортирование сырья со склада к литьевым машинам

Способ транспортирования сырья в отделение литья зависит от организации производства, режима работы и мощности литьевых машин, номенклатуры изделий и применяемого сырья. В табл. V.2 приводятся возможные варианты обеспечения отделения литья необходимым сырьем.

Материалы типа поликарбоната, полиуретана, полиамида, полиформальдегида, полиакрилата перед переработкой необходимо подвергнуть вакуумной сушке. Для этой цели рекоменду-

Таблица V.2. Возможные варианты обеспечения отделения литья необходимым сырьем

Характеристика литьевых машин (Объем впрыска, см ³)	Применяемое сырье	Режим работы	Организация производства	Рекомендуемый способ транспортирования и подачи сырья
Более 500 см ³	Сырье, не требующее вакуумной сушки	Автоматический и полуавтоматический	Рабочие места не связаны или связаны единой системой отбора, обработки, контроля и упаковки изделий	Централизованный пневмотранспорт
До 250	То же	Автоматический	Автоматизированные линии, участки и цехи	То же
До 500	*	Автоматический и полуавтоматический	Рабочие места отличны по применяемому сырью, технологическим процессам и не связаны единой системой отбора, обработки, контроля и упаковки изделий	Подача сырья в технологических контейнерах с помощью напольного или подвешного транспорта. Перетаривание в бункер машины с помощью местного пневмотранспорта
До 500	Сырье, требующее вакуумной сушки или подогрева	То же	Рабочие места не связаны или связаны единой системой отбора, обработки и контроля изделий	Подача сырья в технологических контейнерах с помощью напольного или подвешного транспорта. Перетаривание сырья в бункер машины устройствами, включающими контакт сырья с воздухом. То же или централизованный пневмотранспорт с помощью воздуха со специальной очистки
Более 500	То же	»	То же	То же или централизованный пневмотранспорт с помощью воздуха со специальной очистки
До 16	Все виды сырья	»	Рабочие места отличны по применяемому сырью, технологическим процессам и не связаны единой системой отбора, обработки, контроля и упаковки изделий	Подача сырья в технологических контейнерах с помощью напольного или подвешного транспорта. Перетаривание сырья в бункер машины самотеком, локальными устройствами (винтовой подъемник, виброподъемник) или вручную

ется использовать вакуум-гребковые сушилки с реверсивным ротором, технические характеристики которых приводятся ниже:

	СВГР-0,2	СВГР-1,2	СВГР-1,5
Емкость аппарата, м ³	0,2	1,2	1,5
Давление пара в рубашке, МПа	0,6	0,4	0,3
Остаточное давление в корпусе, мм рт. ст.	40	40	40
Поверхность теплообмена, м ²	1,5	4,0	5,25
Время вращения мешалки в одном направлении, мин	5	1—10	1—10
Частота вращения мешалки, об/мин	2	6	7,5/10/15
Электродвигатель привода мешалки:			
мощность, кВт	1,7	7,5	4,8/5,7/7,5
частота вращения, об/мин	930	1500	750/1000/1500
Габаритные размеры, мм	2400×1267×860	2970×1310×2970	4060×1410×3120
Масса, кг	630	3230	3370

Централизованный пневмотранспорт может применяться как напорный, так и вакуумный. Подача различных видов сырья может осуществляться либо по нескольким трубопроводам, либо по одному трубопроводу с обязательной ударной продувкой после окончания транспортирования какого-либо вида сырья. По одному трубопроводу нельзя транспортировать окрашенное (особенно в черный цвет) сырье и сырье натурального цвета.

Формование изделий

В настоящее время для формования изделий применяются однопозиционные и двухпозиционные литьевые машины, а также роторные или роторно-конвейерные линии.

Наибольшее применение получили однопозиционные машины для изготовления широкого ассортимента изделий и двухпозиционные — для двухцветного литья.

Роторные и роторно-конвейерные линии применяются на предприятиях, имеющих многотиражные (5 и более млн. шт./год) ассортиментные программы, не подверженные частым изменениям.

Изготовление изделий, тиражность которых составляет 0,3—5,0 млн. шт./год, целесообразно производить на автоматизированных линиях, состоящих из литьевых машин, объединенных общностью систем подачи сырья, отбора, контроля, обработки и упаковки готовой продукции.

Технологический цикл изготовления изделий в литьевой машине обеспечивается за счет взаимосвязанной работы трех узлов: узла смыкания и запираания форм, узла пластикации и впрыска и механизма подвода и отвода узла пластикации и

впрыска. При изготовлении изделий сложной конструкции возможно включение в состав литейной машины дополнительных узлов, например узла ввода и вывода знаков.

Цикл литья изделий из термопластов состоит в основном из следующих операций, выполняющихся в определенной последовательности (ряд операций может совмещаться во времени): перемещение подвижной плиты (сначала ускоренное, а затем замедленное); запираение формы; перемещение механизма пластикации к форме (в общем случае) и впрыск расплава в форму; выдержка материала в форме под давлением; охлаждение изделия в форме; раскрытие формы и удаление (механическое или сжатым воздухом) изделия из формы; подача материала в материальный цилиндр, пластикация и гомогенизация его за счет энергии вращения червяка и тепла, подводимого извне (доза накопленного пластифицированного материала в цилиндре определяется ограничением движения червяка назад); смазка форм (при необходимости).

Тип литейного оборудования, необходимого для изготовления изделия из термопластов, определяется характеристикой изделия, материала, из которого оно изготовлено, а также условиями эксплуатации изделия и требованиями к нему.

При прочих равных условиях рекомендуется изготавливать:

- изделия из термопластов без арматуры — на червячных машинах с горизонтальной компоновкой инжекционных и прессовых частей машин;
- изделия с арматурой — на машинах с вертикальной компоновкой прессовой части (горизонтальные плоскости разъема);
- изделия вспененные — на машинах, обеспечивающих возможность ввода вспенивающего вещества;
- изделия наполненные — на машинах, обеспечивающих возможность ввода наполнителя (в том числе стекловолокна) и с узлами пластикации, специально обработанными для переработки материала с наполнителями.

В СССР литейные машины серийно выпускаются по ГОСТ 10761—71. Номенклатура выпускаемых машин, их конструкция и оснащение обеспечивают переработку практически всех термопластов, используемых для изготовления изделий методом литья под давлением. Принцип агрегатирования, положенный в основу конструирования оборудования, допустимость комплектования литейной машины узлами инжекции предыдущего или последующего типов обеспечивают расширение технических возможностей отечественного оборудования.

Основные характеристики литейных машин, выпускаемых в соответствии с ГОСТ 10767—71, приведены в табл. V.3.

Данные о возможности переработки различных полимерных материалов на отечественных литейных машинах приводятся в табл. V.4.

Основные технические характеристики оборудования, выпускаемого в ГДР, указаны в табл. V.5.

Тип и типоразмер литейной машины выбираются исходя из массы и размеров изделия, режима литья (процесс литья, интрузия, литевое прессование), площади литья, материала изделия, тиражности, отношения толщины изделия к его длине, гнездности формы, конструктивных особенностей изделия, требований к точности изготовления и чистоте поверхности изделия. Рассмотрим влияние отдельных факторов на выбор оборудования.

Масса изделия

Этот фактор в совокупности с гнездностью формы, а также возможным режимом литья определяет выбор инжекционного узла машины по номинальному объему впрыска за один цикл (в см³).

Расчетную величину объема впрыска литейной машины следует определять по формуле:

$$V = \frac{Gn + G_{\text{л}}}{\rho} \cdot \frac{1}{k} \quad (\text{V.1})$$

где V — расчетный объем впрыска, см³; G — масса изделия, г; n — гнездность формы; $G_{\text{л}}$ — масса литниковой системы, г; ρ — плотность, г/см³; k — коэффициент использования мощности машины по объему впрыска.

Коэффициент k в значительной степени зависит от ассортимента изделий, изготавливаемых на принятом оборудовании, а также от требований к точности и чистоте поверхности изготавливаемых деталей. Теоретически этот коэффициент должен стремиться к 1. Фактически на действующих предприятиях он колеблется в пределах 0,4—0,8.

Выбор литейных машин с требуемыми узлами инжекции (как по объему, так и по давлению литья) позволяет повысить коэффициент k и довести его до 0,6—0,85.

Размер изделия

Этот фактор в совокупности с гнездностью формы определяет тип машины и ее мощность. Выбор оборудования производится на основании определения возможности установки формы на плитах машины, а также размеров между колоннами в свету.

Габаритные размеры и конструктивные особенности изделий в значительной степени влияют на использование мощности. Так, при изготовлении тонкостенных изделий больших размеров или изделий с окнами и отверстиями (рамки телевизоров; решетки и т. д.) коэффициент использования мощности значительно ниже, чем при изготовлении силовых деталей, имеющих сравнимые размеры по габаритам и толщине (недоиспользование

Таблица V.3. Технические характеристики однопозиционных машин для литья под давлением термопластичных материалов (по ГОСТ 10767—71)

Параметры машин	ДБ 3121-16П	ДБ 3124-32П	ДБ 3127-63П	Д 3127-63	Д 3130-125П	Д 3130-125	Д 3130-95	Д 3130-170	Д 3132-250П
Номинальное усилие запираания формы, кН	125	250	500	500	1000	1000	1000	1000	1600
Ход подвижной плиты, мм	160	200	250	250	320	320	320	320	400
Высота устанавливаемого инструмента, мм									
наибольшая	160	250	250	250	320	320	320	320	400
наименьшая	110	125	140	140	160	160	160	160	200
Расстояние между колоннами в свету, мм									
горизонтальное	200	250	320	320	400	400	400	400	500
вертикальное	150	200	250	250	320	320	320	320	400
Наименьшее время одного раскрытия и закрытия формы, с	1,0	1,2	3,0	2,9	4,0	4,0	4,0	4,0	5,3
Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	320	400	500	500	640	640	640	640	800
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	12,5	12,5	10	10	12,5	10—12,5	10—12,5	10—12,5	20
Номинальный объем впрыска за цикл, см ³	16	32	63	63	125	125	95	170	250
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	20	40	92	92	170	170	160	220	—
Номинальное давление литья, МПа	112	112	132	132	132	132	180	100	132
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	30	47	60	60	78	78	78	78	—
Диаметр пластицирующего червяка, мм	22	26	36	36	40	40	36	45	50
Частота вращения пластицирующего червяка, об/мин	20—240	20—240	20—400	40—250	20—200	20—200	20—240	20—240	40—400
Наибольший ход пластицирующего червяка, мм	55	75	90	80	160	160	160	160	—
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч	18	31	38	38	80	75	80	90	—
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	5,5	7,5	17,0	14,0	18,5	18,5	18,7	18,5	30,2
Суммарная мощность всех электронагревателей, кВт	1,6	2,4	5,5	3,8	5,5	5,5	5,5	5,5	9,6
Габариты машины, мм									
длина	2290	2620	3650	3550	5000	5000	5000	5000	5530
ширина	1100	1100	825	850	1042	1042	1042	1042	1100
высота	1670	1670	1750	1750	1890	1800	2150	1890	1980
Масса машины с гидроэлектрооборудованием, кг	1200	1473	3000	2690	6600	4800	6700	6500	8588

Продолжение табл. V.3

Параметры машин	Д 3132-250	Д 3132-190	Д 3132-340	Д 3134-500П	Д 3134-500	Д 3134-380	Д 3134-670	Д 3136-1000	Д 3136-750	Д 3136-1320
Номинальное усилие запираания формы, кН	1600	1600	1600	2500	2500	2500	2500	4000	4000	4000
Ход подвижной плиты, мм	400	400	400	500	500	500	500	630	630	630
Высота устанавливаемого инструмента, мм										
наибольшая	400	400	400	500	500	500	500	630	630	630
наименьшая	200	200	200	250	250	250	250	320	320	320
Расстояние между колоннами в свету, мм										
горизонтальное	500	500	500	500	500	500	500	630	630	630
вертикальное	400	400	400	500	500	500	500	630	630	630

Параметры машин	Д 3132-250	Д 3132-190	Д 3132-340	Д 3134-500П	Д 3134-500	Д 3134-380	Д 3134-670	Д 3136-1000	Д 3136-750	Д 3136-1320
Наименьшее время одного раскрытия и закрытия формы, с	5,3	5,3	5,3	7,1	7,1	7,1	7,1	9,5	9,5	9,5
Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	800	800	800	1000	1000	1000	1000	1260	1260	1260
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	10	12—16	10—16	13—20	13—20	12—20	13—20	20	20	20
Номинальный объем впрыска за цикл, см ³	250	190	340	500	500	380	670	1000	750	1320
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	350	285	510	700	700	490	960	1250	950	1600
Номинальное давление литья, МПа	132	180	100	132	132	180	100	132	180	100
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	150	120	210	192	192	146	—	400	230	400
Диаметр пластицирующего червяка, мм	50	45	60	60	60	50	70	80	70	90
Частота вращения пластицирующего червяка, об/мин	20—320	40—400	40—400	10—220	10—220	10—220	10—150	10—180	10—180	10—180
Наибольший ход пластицирующего червяка, мм	180	180	180	250	250	250	250	250	250	250
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч	85	87	95	114	114	87	154	200	155	255
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	40,0	40,2	40,0	43,0	43,0	43,0	44,5	43,0	43,2	43,0

Суммарная мощность электронагревателей, кВт	9,6—6,0	9,6—5,0	9,6—5,0	10,4	10,5	12,9	12,9	12,3	19,1	16,6
Габариты машины, мм										
длина	5530	5160	5530	6140	6140	6140	6140	7900	7620	7620
ширина	1100	1100	1100	1480	1480	1480	1480	1740	1740	1740
высота	1980	1975	1980	2220	2220	2500	2220	2610	2610	2610
Масса машины с гидроэлектрооборудованием, кг	8540	9000	9000	13400	11800	13500	13400	21500	21500	21500

Параметры машин	Д 3138-2000	Д 3140-4000	Д 3140-5300	Д 3142-8000
Номинальное усилие запираания формы, кН	6300	10 000	10 000	16 000
Ход подвижной плиты, мм	850	1120	1120	—
Высота устанавливаемого инструмента, мм				
наибольшая	800	1000	1000	—
наименьшая	400	500	500	—
Расстояние между колоннами в свету, мм				
горизонтальное	800	1000	1000	—
вертикальное	800	1000	1000	—
Наименьшее время одного раскрытия и закрытия формы, с	13	12	12	—
Наибольшее расстояние между подвижной и неподвижной плитами, мм	—	2120	2120	—
Номинальное давление рабочей жидкости, МПа	20	20	20	—
Номинальный объем впрыска за цикл, см ³	2200	4000	5300	—

Параметры машин	Д 3138-2000	Д 3140-4000	Д 3140-5300	Д 3142-8000
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	—	4250	6380	—
Номинальное давление литья, МПа	132	132	100	—
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	—	655	800	—
Диаметр пластицирующего червяка, мм	100	115	130	—
Частота вращения пластицирующего червяка, об/мин	10—166	10—120	10—120	—
Наибольший ход пластицирующего червяка, мм	—	480	480	—
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч	—	530	600	—
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	81	125	125	—
Суммарная мощность электронагревателей, кВт	27,2	36,0	36,0	—
Габариты машины, мм				
длина	9800	11170	11170	14 000
ширина	2680	2600	2600	3500
высота	2590	2515	2515	4000
Масса машины с гидротранспортом, кг	33145	50900	50990	100 000

Таблица V.4. Материалы, рекомендуемые для переработки на различных типах литьевых машин

Тип, модель машины	Полистирол и его сополимеры	Полиэтилен высокой плотности	Полиэтилен низкой плотности	Полипропилен	Полиамиды	Поликарбонат	Полиформальдегид
ДБ 3121-16П	+	+	+	+	+	—	—
ДБ 3124-32П	+	+	+	+	+	—	—
ДБ 3127-63П	+	+	+	+	+	—	—
Д 3127-63	+	+	+	+	+	—	—
Д 3130-125П	+	+	+	+	+	—	—
Д 3130-125	+	+	+	+	+	—	—
Д 3130-95	+	+	+	+	+	+	+
Д 3130-170	+	+	+	+	—	—	—
Д 3132-250П	+	+	+	+	+	—	—
Д 3132-250	+	+	+	+	+	—	—
Д 3132-190	+	+	+	+	+	+	+
Д 3132-340	+	+	+	+	—	—	—
Д 3134-500П	+	+	+	+	+	—	—
Д 3134-500	+	+	+	+	+	—	—
Д 3134-380	+	+	+	+	+	+	+
Д 3134-670	+	+	+	+	—	—	—
Д 3136-1000	+	+	+	+	+	—	—
Д 3136-750	+	+	+	+	+	+	+
Д 3136-1320	+	+	+	+	—	—	—
Д 3138-2000	+	+	+	+	+	—	—
Д 3140-4000	+	+	+	+	+	—	—
Д 3140-5300	+	+	+	+	—	—	—

Таблица V.5. Технические показатели литьевых машин, изготавливаемых в ГДР

Технические показатели	Kuasy 100/25			Kuasy 160/50			Kuasy 260/100		
		базовая модель			базовая модель			базовая модель	
Инжекционная часть									
Диаметр червяка, мм	25	28	32	32	36	40	40	45	50
Номинальное давление литья, МПа	232	185	142	206	163	132	192	152	123
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	40	53	65	76	95	117	141	178	220
Объемная скорость впрыска, см ³ /с		91			95			143	
Скорость осевого перемещения червяка, мм/с		140			95			90	
Частота вращения червяка, об/мин		До 480			25—300			20—120	
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч		50			70			85	
Усилие прижатия сопла, кН(тс)		92			72,5			72,5	
Крутящий момент, Н·м		250			390			500	
Мощность нагревателей цилиндра, кВт		3,3			5,0			7,5	
Прессовая часть									
Номинальное усилие запирания формы, кН		250			500			1000	
Скорость движения плиты вперед, мм/с								320	
Скорость движения плиты при обратном ходе, мм/с								520	

Ход подвижной плиты при наибольшей высоте инструмента, мм	100—220				125—250				320
Расстояние между подвижной и неподвижной плитами (мин/макс), мм	125/485				130/520				160/640
Расстояние между колоннами в свету, мм	280×280				320×320				365×365
Привод и вся машина в целом									
Общая мощность, кВт	19,0				20,5				27,0
Объем гидравлического масла, дм ³	200				200				200
Расход охлаждающей воды (входная темп. 15 °С), м ³ /ч									0,5
Время работы всухую, с	1,33				1,50				2,40
Габариты, мм									
длина	2400				3800				4460
ширина	800				1000				1200
высота	1300				1750				1840
Масса, кг	1650				2400				3300

Продолжение табл. V.5

Технические показатели	Kuasy 630/160				Kuasy 1400/250				Kuasy 1700/400		
		базовая модель				базовая модель				базовая модель	
Инжекционная часть											
Диаметр червяка, мм	50	56	63	70	63	70	80	90	70	80	90
Номинальное давление литья, МПа	202	161	127	92,5	198	160	123	970	191	146	116
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	320	405	510	635	715	880	1150	1460	885	1160	1460

Технические показатели	Kuasy 630/160				Kuasy 1400/250				Kuasy 1700/400		
		базовая модель				базовая модель				базовая модель	
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	208	260	330	410	285	350	455	580	445	582	740
Ход червяка (макс), мм		165				230				230	
Скорость осевого перемещения червяка, мм/с		8,5—106				6—91				18—115	
Частота вращения червяка, об/мин	35; 45; 56; 71; 90; 112; 140				32; 40; 50; 63; 80; 100; 125				25; 32; 40; 50; 63; 80; 100		
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч		90				140				180	
Усилие прижатия сопла, кН		113				144				164	
Ход инжекционной части, мм		320				400				400	
Мощность привода, кВт		7,5/10				13/19				13/19	
Мощность нагревателей цилиндра, кВт		13				20				16	
Прессовая часть											
Номинальное усилие запираания формы, кН		1000—1750				1750—2750				3000—4000	
Усилие размыкания формы (макс), кН		80				155				290	
Скорость движения плиты вперед, мм/с		75—510				75—465				75—500	
Скорость замыкания формы, мм/с		75				75				75	
Скорость открывания формы, мм/с		80				75				75	
Скорость движения плиты при обратном ходе, мм/с		80—535				75—475				75—485	
Ход подвижной плиты при наибольшей высоте инструмента, мм		400				500				630	
Расстояние между подвижной и неподвижной плитами (мин/макс), мм		100/800				100/1000				130/1260	
Усилие выталкивателя, кН (тс)		80				155				290	
Ход выталкивателя, мм		80				100				125	
Скорость выталкивателя (макс), мм/с		80				75				75	
Расстояние между колоннами в свету, мм		400×400				500×500				630×630	
Привод и вся машина в целом											
Общая мощность, кВт		60				80				75	
Мощность гидравлических насосов, кВт		33,5				37				40	
Объем масла в гидросистеме, дм ³		670				1050				1250	
Расход охлаждающей воды (входная темп. 15 °С), м ³ /ч		—				—				—	
Рабочее давление радиально-поршневого насоса, МПа		14				14				16	
Время работы всухую, с		3				3,5				5	
Габариты, мм											
длина		6850				8250				7950	
ширина		1200				1400				1600	
высота		2300				2600				2550	
Масса, кг		6050				9650				14000	

Технические показатели	Kuasy 5000/630			Kuasy 9000/1000			Kuasy 16000/1600		
		базовая модель			базовая модель			базовая модель	
Инжекционная часть									
Диаметр червяка, мм	90	100	120	110	125	140	140	160	180
Номинальное давление литья, МПа	218	177	123	225	175	140	219	168	133
Теоретический объем впрыска за цикл, см ³	2260	2820	4060	4000	5150	6460	7390	9650	12200
Объемная скорость впрыска, см ³ /с	880	1080	1560	1500	1930	2420	2140	2780	3540
Ход червяка (макс), мм		360			420			480	

Технические показатели	Kuasy 5000/630		Kuasy 9000/1000		Kuasy 16000/1600	
		базовая модель		базовая модель		базовая модель
Скорость осевого перемещения червяка (макс), мм/с		138		158		135
Частота вращения червяка, об/мин	30; 37; 46; 55; 69; 95;	100; 124; 152	28; 33; 43; 51; 60; 76;	88; 103; 132	25; 30; 36; 42; 50; 62;	74; 88; 108
Наибольшая пластикационная способность по полистиролу (теоретическая), кг/ч		3450		540		700
Усилие прижатия сопла, кН (тс)		171(17,1)		195(19,5)		248(24,8)
Ход инжекционной части, мм		630		710		800
Мощность привода, кВт		45		55		90
Мощность нагревателей цилиндра, кВт		40		54		83(103)
Масса, кг		10000		13000		20000
Прессовая часть						
Номинальное усилие запираания формы, кН		8000; 6300—1300		10000—4200		16000—6700
Скорость движения плиты вперед, мм/с		40; 215; 280; 460; 530		40; 215; 280; 460; 530		20; 175; 225; 375; 420
Скорость замыкания формы, мм/с		8		8		4
Скорость открывания формы, мм/с		4		7		10
Скорость движения плиты при обратном ходе, мм/с		45; 240; 315; 520; 600		45; 240; 315; 520; 600		20; 185; 235; 390; 425
Ход подвижной плиты при наибольшей высоте инструмента, мм		950		1250		1500
Расстояние между подвижной и неподвижной плитами (мин/макс), мм		400/1950		—		—
Усилие выталкивателя, кН		250		320		400
Ход выталкивателя, мм		320		320		400
Скорость выталкивателя (макс), мм/с		180		140		120
Расстояние между колоннами в свету, мм		800×800		1000×1000		1280×1280
Масса, кг		15500		30000		52000
Привод и вся машина в целом						
Общая мощность, кВт		144		183		295
Мощность гидравлических насосов, кВт		59		74		96
Объем масла в гидросистеме, дм ³		700		1000		1300
Расход охлаждающей воды (входная темп. 15 °С), м ³ /ч		0,6		1,2		1,8
Рабочее давление радиально-поршневого насоса, МПа		—		—		—
Время работы всухую, с		6		17		—
Габариты, мм						
длина		9550		11760		14260
ширина*		6000		6000		7000
высота		2575		2875		3250
Масса, кг		26800		45000		75300

мощности составляет 50—60%). В случае значительного недоиспользования мощности при изготовлении таких изделий рекомендуется к выбранному типу машины заказывать инъекционный узел на номер меньше (при выполнении требований, обусловленных всеми остальными факторами) в соответствии с условиями ГОСТ 10767—71.

Площадь литья

Под площадью литья понимается: при одногнездной форме — площадь проекции изделия на поверхность формы или плиты, а при многогнездной форме — произведение площади литья одного изделия на число гнезд в форме с учетом площади литниковых каналов.

По площади отливки и давлению литья, являющемуся функцией материала, определяется усилие запирания формы.

Материал изделия

Литьевые машины для переработки заданного материала выбираются в соответствии с табл. V.4. Для одинаковых изделий из разных материалов могут потребоваться литьевые машины разной мощности.

Режим переработки на выбранной литьевой машине устанавливается в зависимости от характеристики сырья.

Так, при переработке материалов, подверженных разложению (полиамиды, полиформальдегид), момент окончания накопления материала в цилиндре литьевой машины должен совпадать с закрытием формы.

При изготовлении изделий из вспененных материалов с интегральным распределением плотности процесс литья должен осуществляться при подаче инертного газа под давлением в форму, со сбросом последнего после образования непористой оболочки изделия. После сброса давления происходит вспенивание материала.

Для работы с некоторыми материалами возможен режим работы литьевой машины с декомпрессией, что обеспечивается за счет обратного вращения шнека.

При производстве изделий из материалов, температура разложения которых близка к температуре переработки (композиции ПВХ, полиамиды, сополимер АБС и др.), целесообразно применять вакуумный отсос летучих и введение в сырье добавок, позволяющих снизить температуру переработки литьевого материала.

Тиражность

Фактор тиражности (количество изделий, которое должно быть изготовлено в течение года или месяца) является при прочих равных условиях определяющим в выборе гнездности и кон-

струкции формы, а значит и в выборе типа литьевой машины и режима ее работы. Количество изделий, изготавливаемых за один цикл литья (гнездность формы) определяется на основании расчетов технической возможности и экономической целесообразности производства деталей.

При небольшой тиражности изделий с целью снижения их себестоимости применяются иногда формы с меньшей гнездностью, а в отдельных случаях при полуавтоматическом режиме литья для уменьшения стоимости оснастки применяют блочные формы со сменными вставками оформляющих элементов.

Конструктивные особенности изделия

В зависимости от конструктивных особенностей изделия могут быть отнесены к различным группам сложности.

Группы сложности определяются конструктивными элементами, в значительной степени влияющими как на сам цикл формования, так и на операции, следующие после формования изделия.

Наличие таких элементов конструкции изделия, как резьба, поднутрения, отверстия, оформление которых выполняется с помощью знаков, отверстия в различных плоскостях, иногда не только усложняет конструкцию формы, что затраты на ее изготовление становятся очень высоки и могут не окупиться в течение длительного времени. В этом случае целесообразно решать вопрос кооперации или проводить унификацию типов изделий, что позволит повысить их тиражность.

Требования к точности изготовления и чистоте поверхности изделия

Для выполнения требований к точности изготовления изделий иногда необходимо применять машины со специальным инъекционным узлом, а в отдельных случаях и специальные машины.

Для повышения точности изделия используют повышенное давление литья или специальные устройства, позволяющие в отдельных случаях осуществлять прецизионное литье.

Чистота поверхности изделия обеспечивается в основном за счет правильности подготовки сырья, чистоты поверхности формы, а также принятых параметров литья.

В отдельных случаях для обеспечения заданной точности и качества поверхности идут на неполное использование мощности литьевых машин.

В соответствии с ГОСТ на машины при заказе оборудования необходимо указать тип пластикационного узла, с которым должна быть поставлена литьевая машина.

Соотношение толщины и длины изделия

Это соотношение используется как уточняющая характеристика при выборе типа литейной машины и конструкции формы. Для различных материалов существуют разные предельные значения отношения толщины изделия к его длине. Иногда с учетом этого критерия для изготовления тонкостенных изделий может быть применен метод литейного прессования.

Расчет потребности в основном технологическом оборудовании

Ассортимент и количество литейных машин определяются на основании расчета объема отливки и трудоемкости изготовления изделий по нормируемым операциям технологического процесса. Такой подход к решению задачи возможен, если полностью известна ассортиментная программа. Однако на начальных стадиях проектирования не всегда известны все исходные данные по программе. В связи с этим иногда проводится два вида расчета потребности в оборудовании: укрупненный расчет и уточненный расчет по конкретной ассортиментной программе.

Укрупненный расчет потребности в оборудовании (предварительный расчет)

Этим методом расчета можно воспользоваться для определения потребности в оборудовании на стадии проектных предложений или при определении укрупненных показателей (ориентировочные площадь производства, энергопотребление и т. д.). В случае отсутствия полных данных по ассортиментной программе для предварительных расчетов условное распределение программы по видам материалов можно принять на основании данных, приведенных в табл. V.6.

Если неизвестно соотношение весовых групп изделий в программе проектируемого производства, то для предварительных

Таблица V.6. Условное распределение программы по видам материалов

Материал	Доля материала в программе производства, %		Материал	Доля материала в программе производства, %	
	изделия для удовлетворения потребностей машиностроения	изделия для удовлетворения потребностей автомобильной промышленности		изделия для удовлетворения потребностей машиностроения	изделия для удовлетворения потребностей автомобильной промышленности
Полистирол и его сополимеры	42,9	23,8	Этрол	1,0	2,0
Полиолефины	47,5	24,7	Полиамид	2,8	9,6
Поливинилхлорид	2,1	3,8	Полиформальдегид и его сополимеры	0,8	3,8
Поликарбонат	0,6	18,0	Прочие	0,8	1,7
Полиакрилат	1,5	12,6			

Таблица V.7. Примерное соотношение весовых групп изделий в программе литейного цеха (для удовлетворения потребностей машиностроения в деталях общего назначения)

Весовые группы (масса, г)	Доля в общей программе, %							
	полиолефины	полистирол и его сополимеры	полиамиды	поливинилхлорид	поликарбонат	полиакрилаты	этрол	полиформальдегид
≤7	5,5	1,5	39,0	5,0	1,0	0,5	4,5	73,5
7—15	7,5	3,0	11,0	13,0	1,0	1,0	3,0	26,0
15—30	4,5	6,0	3,5	9,5	1,0	12,0	2,5	0,5
30—60	10,0	11,5	3,5	19,0	6,0	20,0	8,5	—
60—120	11,0	18,5	2,0	52,5	6,0	22,5	20,0	—
120—250	15,0	22,5	14,5	1,0	60,0	44,0	—	—
≥250	46,5	37,0	26,5	—	25,0	—	61,5	—

расчетов можно воспользоваться данными, приведенными в табл. V.7. Такое соотношение соответствует программам предприятий, занимающихся изготовлением изделий из термопластов методом литья под давлением для удовлетворения потребностей машиностроения в деталях общего назначения.

Предварительный выбор типа оборудования в зависимости от массы изделия можно производить на основании данных, приведенных ниже:

Масса изделия, г	2—16	14—40	20—80	40—250	80—460
Тип оборудования по номинальному усилию заклипирования инструмента, кН	250	500	1000	1600	2500

Производительность литейных машин для усредненного ассортимента изделий рекомендуется принимать согласно данным, приведенным ниже для полистирола:

Тип оборудования по номинальному усилию заклипирования инструмента, кН	До 250	500	1000	1600	2500
Производительность, кг/ч	2,2—3,3	5,2—5,7	6,5—7,4	8,3—10,1	11,1—13,0
Производительность, т/год	12—18	28—31	35—40	45—55	60—70
Производительность при введении в материал легирующих добавок, кг/ч	2,8—4,1	6,4—7,1	8,0—9,2	10,0—12,2	13,3—15,6
Производительность, т/год	14,9—22,3	34,7—38,4	43,4—46,6	54,0—66,0	72,0—84,0

Необходимость включения в состав оборудования литейных машин, имеющих номинальное усилие заклипирования инструмента свыше 2500 кН, определяется наличием в программе производства соответствующего ассортимента изделий.

Для определения средней производительности оборудования при изготовлении изделий из различных термопластов рекомендуется пользоваться переводными коэффициентами, представляющими собой отношение производительности литейной машины при производстве изделий из заданного материала к производительности этой машины при изготовлении таких же изделий из полистирола. Эти коэффициенты приведены ниже:

Материал	Переводной коэффициент по производительности
Полистирол и его сополимеры	1,00
Полиолефины	0,80
Поливинилхлорид	0,95
Поликарбонат	0,95
Полиакрилат	0,85
Этрол	0,90
Полиамид	0,60
Полиформальдегид и его сополимеры	0,85

Предварительный (укрупненный) расчет числа литейных машин для выполнения программы может быть представлен следующей схемой:

Этап	Определяемый элемент	Источник данных
1	Программа производства	Задание на проектирование
2	Распределение программы по материалам	Табл. V.6
3	Распределение программы каждого материала по весовым группам	Табл. V.7
4	Выбор типов оборудования	Данные, приведенные на с. 99
5	Определение производительности машин по материалам	Данные, приведенные на с. 99
6	Определение потребного количества литейных машин по каждому виду материала	
7	Определение общего числа литейных машин	

При отсутствии укрупненных данных, приведенных в табл. V.6, V.7 и на с. 99, состав оборудования ориентировочно можно определить на основании ниже приведенных данных о среднем соотношении типов машин для предприятий, изготавливающих изделия для удовлетворения нужд машиностроения:

Характеристика литейной машины — номинальное усилие зажима формы (не более), кН	Доля данного типа литейных машин (a_i) от общего их числа
250	0,04—0,05
500	0,18—0,21
1000	0,25—0,29
1600	0,20—0,23
2500	0,15—0,17
4000	0,04—0,06
6300	0,03—0,05
10 000	0,02—0,03

Используя эти данные, а также значения производительности литейных машин по полистиролу и переводных коэффициентов (см. с. 100), укрупненный расчет числа литейных машин производят по следующей формуле:

$$n = \frac{A}{\sum_{i=1}^k a_i g_i} \quad (V.2)$$

где n — общее число единиц оборудования; A — программа производства, кг/ч; k — число типов литейных машин; a_i — доля оборудования определенной характеристики, принятая на основании данных, приведенных выше; g_i — производительность i -го типа оборудования (кг/ч), определенная на основании данных, приведенных на с. 99.

Расчет потребности в оборудовании при наличии конкретной ассортиментной программы

Проектирование изделий из термопластов методом литья под давлением и расчет потребности в основном технологическом оборудовании необходимо выполнять по технологическому процессу производства изделий конкретной ассортиментной программы. Все предварительные расчеты уточняются расчетом по конкретной программе. Результаты расчета количества литейных машин сводятся в таблицу, аналогичную табл. IV.13.

Расчет по конкретной ассортиментной программе позволяет уточнить предварительно намеченный состав и количество оборудования, в том числе определить типы и количество машин с усилием зажима инструмента более 2500 кН; принять правильные технические решения, в частности определить оптимальные технологические процессы и организацию производства; разработать оптимальные условия организации труда и системы управления производством; сократить время на освоение мощностей за счет своевременной подготовки производства.

Годовая производительность литейных машин Q (в кг) при расчете по заданной ассортиментной программе определяется по формуле:

$$Q = 3,6 \frac{Gn\Phi_d}{t} \quad (V.3)$$

где G — масса изделия, г; n — число гнезд в форме; Φ_d — действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; t — продолжительность цикла, с.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования при пятидневной рабочей неделе (два общих выходных дня) и работе в три смены составляет: при полуавтоматическом режиме работы — 5400 ч, при автоматическом режиме работы — 5600 ч (см. табл. XII.4).

Годовая производительность литейных машин при этих значениях фонда времени работы оборудования определяется следующими соотношениями:

при полуавтоматическом режиме

$$Q = 19,44 \frac{Gn}{t} \text{ (т)} \quad (\text{V.4})$$

при автоматическом режиме

$$Q = 20,16 \frac{Gn}{t} \text{ (т)} \quad (\text{V.5})$$

или с применением формулы V.1:

$$Q = 19,44 \frac{V\rho k - G_{\text{л}}}{t} \text{ (т)} \quad (\text{V.6})$$

$$Q = 20,16 \frac{V\rho k - G_{\text{л}}}{t} \text{ (т)} \quad (\text{V.7})$$

Механическая обработка

Одним из преимуществ метода литья под давлением является возможность получения деталей из пластмасс, не нуждающихся совсем или в незначительной степени нуждающихся в механической обработке.

Успехи в конструировании и изготовлении литьевых форм, обеспечение литьевых машин специальными устройствами и приспособлениями для формования полостей, пазов, отверстий и т.д. в процессе литья обуславливают неуклонное уменьшение числа изделий, подлежащих механической обработке на специально предусматриваемом для этой цели оборудовании.

Виды механической обработки и необходимое оборудование определяются по технологическим процессам, разработанным для конкретной ассортиментной программы, или по типовым технологическим процессам.

При укрупненном расчете оборудования для механической обработки можно принимать следующие данные (в %):

Количество изделий, подвергающихся механической обработке	10—15 (от общего объема их производства)
---	--

В том числе по видам механической обработки:

удаление литниковых систем	1—2
сверление	3—4
фрезерование	2—3
зачистка, полировка	4—6

На одном станке для механической обработки в среднем может обрабатываться 45—60 т изделий в год.

Упаковка

Процесс упаковки определяется требованиями, предъявляемыми к изделиям, организацией производства и режимом работы оборудования.

Централизация упаковки

Упаковка может осуществляться централизованно (на участке контроля и упаковки) и децентрализованно (у литьевой машины).

Соотношение централизованного и децентрализованного процессов упаковки составляет примерно 40 : 60. Применение автоматических линий и хранение изделий в автоматических складах может изменить это соотношение в сторону увеличения числа централизованно упаковываемых изделий (до 60—70%).

Автоматизация упаковки

Упаковка может производиться автоматически (с помощью автоматов для упаковки изделий), полуавтоматически и вручную.

В систему автоматической упаковки входят устройства: непрерывного накопления изделий; дозирования (штучно, навалом и т.д.); подачи тары; отбора и принятия затаренных изделий; закрытия тары и этикетирования; выдачи готовых изделий, упакованных в тару.

С увеличением числа изделий, изготавливаемых в автоматическом режиме, и с ростом применения манипуляторов для отбора и укладки изделий доля автоматического метода упаковки будет расти.

Для автоматической упаковки следует применять:

а) автоматы для упаковки внасыпь производительностью 3500—7500 шт/ч при централизованной упаковке; б) автоматы для упорядоченной упаковки при централизованной упаковке; в) непрерывные склады, являющиеся одновременно местом хранения и упаковки изделий; г) автоматы для упаковки изделий в термоусаживающую пленку для упаковки у литьевой машины и при централизованной упаковке.

Способы укладки изделий

В зависимости от требований, предъявляемых к изделиям, упаковка может производиться внасыпь или с упорядоченной укладкой.

Упаковка внасыпь применяется, как правило, для изделий, на поверхности которых не образуются царапины (незначительные царапины, которые могут образоваться, не влияют на качество изделий), а также для изделий, у которых при таком способе хранения не изменяются размеры и конфигурация.

Габариты автомата для упаковки внасыпь: длина 1,5—1,6 м; ширина 1,4 м; высота 2,2—2,5 м. Общая установленная мощность электродвигателей 1 кВт. Размер тары 0,435×0,310×0,280 м.

Ориентированная укладка применяется для деталей, к которым предъявляются повышенные требования по чистоте поверхности или точности размеров, а также для деталей, у которых один размер значительно меньше другого (например, толщина изделия составляет 0,5—1,5% от других размеров).

Автоматы для ориентированной упаковки в настоящее время серийно не выпускаются. Они изготавливаются по заказу специализированными организациями.

Дозирование изделий

Дозирование изделий может быть весовым, объемным или поштучным. При упаковке внасыпь мелких изделий применяется, как правило, весовое дозирование. Для определения числового и весового соотношений от каждой партии изделий отбирается не менее трех-пяти проб.

При использовании автоматов для упаковки внасыпь применяется весовое или объемное дозирование с последующим пересчетом на количество изделий. При этом желательно использовать все возможности автоматов, в том числе максимально применять способ упаковки в полимерные мешки, изготавливаемые автоматами в процессе упаковки, что обеспечивает максимальную механизацию этого процесса.

Для крупных изделий, а также специальных изделий или изделий, подвергающихся в дальнейшем процессам обработки и конфекционирования, применяется поштучная упаковка. В зависимости от технико-экономической целесообразности эта операция может выполняться автоматами, полуавтоматами, манипуляторами по заданной программе. Упаковка вручную может применяться только в случае малой тиражности изделий или невозможности применения машинного способа упаковки.

При организации автоматизированных производств рекомендуется использовать автоматические склады-накопители готовой продукции. После контроля изделия системами транспортирования (конвейеры, пневмотранспорт) подаются к счетным устройствам и далее по направляющим — в емкости (контейнеры, ящики), установленные на специальных подвесках непрерывных автоматизированных складов. После отсчета заданного числа изделий подвеска с ящиками передвигается на один шаг, и происходит накопление ящиков на следующей подвеске. Управление складами автоматизировано.

В случае упаковки изделий автоматами необходимо применять склады со стеллажным способом хранения готовой продукции и установкой или выемом изделий из ячеек с помощью автоматических штабелеров. Управление может осуществляться

дистанционно оператором, а при большом объеме работ — с помощью ЭВМ. Установка и выем изделий, упакованных в тару, осуществляется автоматически по заданной программе.

Переработка отходов

При изготовлении изделий из термопластов методом литья под давлением образуются безвозвратные потери, а также возвратные и безвозвратные отходы.

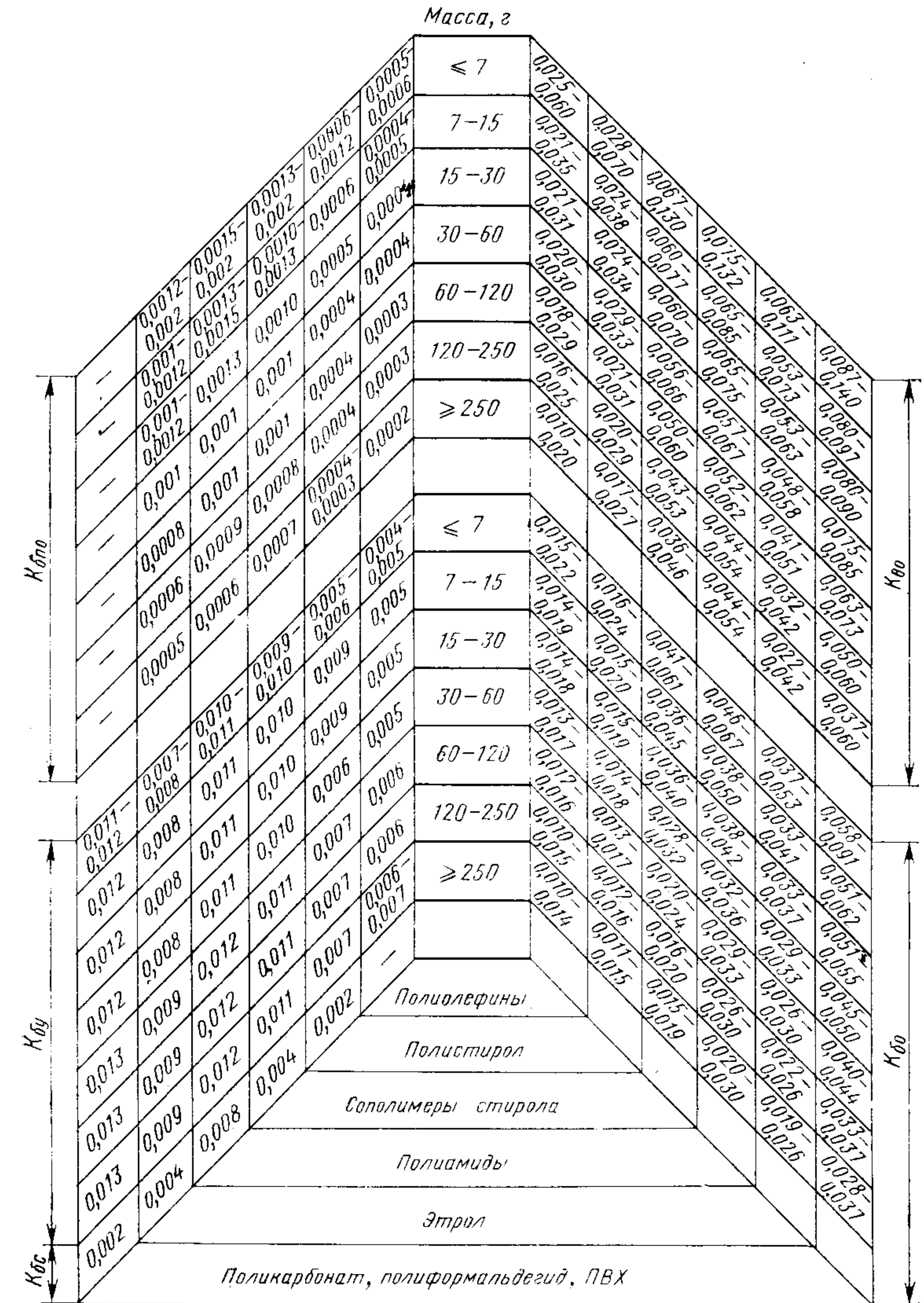


Рис. V.4. Номограмма для определения нормативных коэффициентов безвозвратных потерь и возвратных отходов.

Величины потерь и отходов определяются нормативными коэффициентами. Нормативные коэффициенты — отношение массы потерь или отходов к чистой массе деталей. На рис. V.4 приведены значения нормативных коэффициентов [3]. На этом рисунке:

- $K_{бс}$ — коэффициент безвозвратных потерь при сушке сырья;
- $K_{бу}$ — коэффициент безвозвратных потерь на угар, летучие и механическую обработку;
- $K_{бно}$ — коэффициент безвозвратных потерь при переработке отходов;
- $K_{бо}$ — коэффициент безвозвратных отходов (выход на режим, переход с цвета на цвет), т. е. отходов не используемых для производства тех же изделий;
- $K_{во}$ — коэффициент возвратных отходов.

Значения коэффициентов для весовых диапазонов и шести групп сложности изделий определены довольно тщательно НПО «Пластик». На рис. V.4 для каждой весовой группы минимальное значение коэффициентов приводится для деталей максимальной массы данного весового диапазона и первой группы сложности, а максимальное значение — для деталей минимальной массы данного весового диапазона и шестой группы сложности. Используя данные рис. V.4, рассчитывают количество возвратных и безвозвратных отходов.

При использовании отходов для изготовления тех же изделий, а также при незначительном количестве отходов и сравнительно большом ассортименте сырья целесообразно их переработку организовать непосредственно у литьевых машин и дробленые отходы добавлять к исходному сырью.

При централизованной переработке отходов рекомендуется дробить их на роторных измельчителях типов ИПР-100-1-А, ИПР-150М и ИПР-300М.

Ниже приводятся основные характеристики указанных типов измельчителей:

	ИПР-100-1-А	ИПР-150М	ИПР-300М
Производительность, кг/ч	25—60	70—150	700—900
Диаметр отверстий в калибровочной решетке, мм	6—8	6—8	6—8
Диаметр ротора, мм	100	150	300
Частота вращения ротора, об/мин	1500	1300	1350
Число ножей ротора	3	3	3
статора	2	2	2
Общая установленная мощность, кВт	1	1,6	13
Максимальные габариты перерабатываемых изделий, мм	—	300×130×110	600×485×185
Габариты, мм	520×460×1015	740×600×1380	1380×1100×1940
Масса, кг	80	252	—

В составе участка переработки отходов необходимо предусматривать линию гранулирования (ЛГТВ-90-200) для переработки литников, слитков, изделий не прошедших испытания.

В состав линии входят роторный измельчитель с диаметром ротора 300 мм, червячный пресс ЧПВСп 90×30, головка плоскощелевая, охлаждающее устройство, гранулятор, система транспорта, шкафы и пульта управления.

Ниже приводится техническая характеристика линии ЛГТВ-90-200:

Производительность, кг/ч	≈200
Диаметр шнека червячного пресса, мм	90
Размеры гранул получаемого продукта (кубической формы), мм	4×4×4
Общая установленная мощность, кВт	177
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч	6
Расход сжатого воздуха ($p=0,6$ МПа), м ³ /ч	0,05
Масса, кг	12700
Габариты, мм	13000×3680×4210

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапшин В. В. Основы переработки термопластов литьем под давлением. М., Химия, 1974. 271 с.
2. Завгородний В. К., Калинин Э. Л., Марам Е. М. Литьевые машины для термопластов и реактопластов. М., Машиностроение, 1968. 376 с.
3. Инструкция по нормированию расхода синтетических смол и пластических масс в производстве изделий и полуфабрикатов. Утверждена Министерством химической промышленности 6.03.1978. М., НПО «Пластик», 1979. 75 с.

Глава VI

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ С РАЗДУВОМ (ВЫДУВАНИЕМ)

Получение объемных изделий из пластмасс методом экструзии с раздувом заключается в размягчении термопластичного материала до вязкотекучего состояния в цилиндре экструдера с последующим перемещением трубчатой заготовки в форму для раздува, где полимерная трубчатая заготовка при помощи сжатого воздуха приобретает объемную форму изделия. Выем изделия осуществляется после охлаждения (подробнее см. [1]). Для производства объемных изделий методом раздува использу-

Таблица VI.1. Технологические режимы подготовки сырья и переработки термопластов методом экструзии с раздувом

Термопласт	Температура расплава в головке, °С	Температура формы, °С	Давление воздуха для раздува, МПа	Условия предварительной сушки	
				температура, °С	продолжительность, ч
Полиэтилен высокой плотности	200	18—21	0,4	80—90	0,5—1,0*
Полиэтилен низкой плотности	160	18—21	0,2	70—80	0,5—1,0*
Полипропилен	190—220	18—21	0,2	80—100	0,5—1,0*
Непластифицированный ПВХ	190	18—21	0,5	60—70	1,0—2,0*
Сополимер АБС	220	25—40	0,5—0,7	70—85	2,0—4,0*
Полиметилметакрилат	230	3—10	0,5	100—120	4,0—5,0**
Полиметилпентен	290	25—40	0,5—0,7	110—120	6,0—8,0**

* Воздушная сушилка или специальный бункер машин.
** Вакуумная сушилка.

ются в основном следующие термопласты: поливинилхлорид, полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, сополимеры стирола и др. При получении изделий методом раздува образуется большое количество возвратных отходов. Преимущество этого способа заключается в относительно более низкой стоимости переработки и оснастки по сравнению с литьем под давлением. Производства объемных изделий, как правило, имеют массовый ассортимент. После формования в ряде случаев осуществляется наполнение объемных изделий. По этой причине очень часто производство объемных изделий методом раздува целесообразно организовывать у потребителей, это способствует и уменьшению транспортных издержек.

Технологические режимы подготовки сырья и переработки термопластов методом экструзии с раздувом приведены в табл. VI.1[2].

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Технологическая схема производства объемных изделий методом экструзии с раздувом для специализированных производств мощностью 1—4 тыс. т/год состоит из следующих операций: прием сырья на заводах в контейнерах (или цистернах, мешках), транспортирование на склад; хранение сырья; растаривание сырья; входной контроль; подготовка сырья на участке подготовки; транспортирование сырья с участка подготовки или склада сырья и подача его в бункер экструзионного агрегата, формование заготовки и изделий (расплавление, гомогенизация, оформление трубчатой заготовки, раздув в форме, охлаждение и извлечение готового изделия), механическая обработка изде-

лий, контроль готовой продукции, сборка и упаковка готовых изделий, складирование, переработка отходов.

Современный технический уровень позволяет рекомендовать для проектирования следующие технологические схемы производства изделий из пластмасс методом экструзии с раздувом: 1) в автоматическом режиме работы оборудования (рис. VI.1); 2) в автоматическом режиме работы оборудования с наполнением изделий жидкостями (рис. VI.2).

Многие стадии процесса достаточно подробно изложены в гл. V, поэтому здесь будут описаны только те стадии процесса, которые имеют специфические особенности.

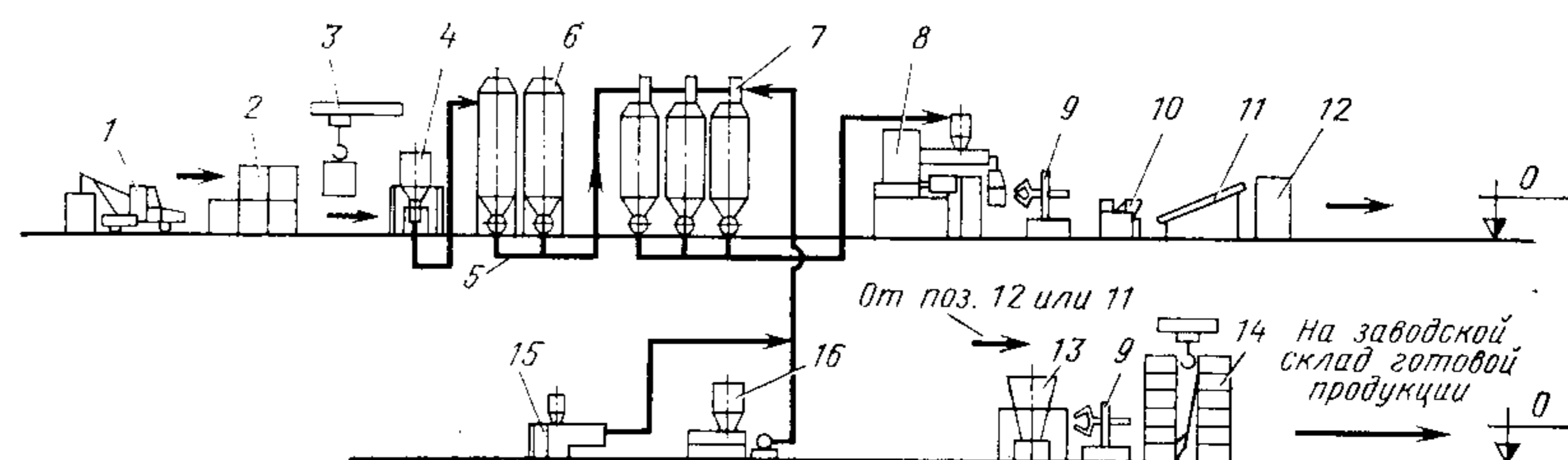


Рис. VI.1. Технологическая схема производства объемных изделий методом раздува в автоматическом режиме работы оборудования:

1 — автокран; 2 — мягкий контейнер; 3 — подвесная кран-балка; 4 — растарочная установка; 5 — пневмотранспорт; 6 — емкость заводского склада сырья; 7 — емкость цехового склада сырья; 8 — экструзионный агрегат для производства объемных изделий; 9 — манипулятор для отбора готовых и упакованных изделий; 10 — автомат для механической обработки с отделением облоя; 11 — конвейер; 12 — автомат для испытания готовых изделий; 13 — автомат для упаковки готовых изделий; 14 — склад-штабелер готовой продукции; 15 — агрегат для переработки отходов; 16 — установка для смешивания и подкрашивания сырья.

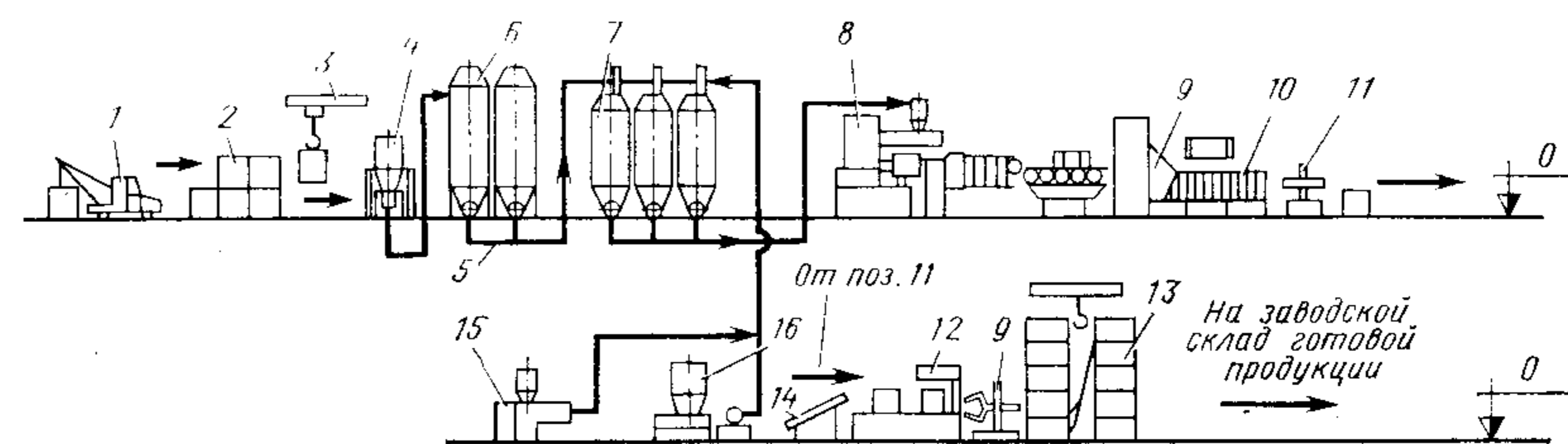


Рис. VI.2. Технологическая схема производства объемных изделий методом раздува в автоматическом режиме работы оборудования с наполнением жидкостями:

1 — автокран; 2 — мягкий контейнер; 3 — подвесная кран-балка; 4 — растарочная установка; 5 — пневмотранспорт; 6 — емкость заводского склада сырья; 7 — емкость цехового склада сырья; 8 — экструзионный агрегат для производства объемных изделий с устройством для отделения облоя; 9 — автоматизированное приспособление для заполнения изделий; 10 — контроль готовых изделий; 11 — манипулятор для отбора готовых заполненных и упакованных изделий; 12 — автомат-упаковщик; 13 — склад-штабелер; 14 — конвейер; 15 — агрегат для переработки отходов; 16 — установка для смешивания и подкрашивания сырья.

Таблица VI.2. Технические характеристики экструзионных агрегатов для получения объемных изделий из термопластичных материалов

Наименование оборудования	Завод-изготовитель	Диаметр червяка, мм	Отношения L/D	Объем изделия, л	Установленная мощность токоприемников, кВт	Габариты агрегата, м	Масса, кг
AB-3B (индекс 51306)	Завод «Кузполимермаш», СССР	63	17	До 3	36	1,9×1,7×3,0	3430
«Ходос» тип 04141/P	ЧССР	60	20	До 6	32	1,9×0,8×2,2	1380
ABГK-60 (индекс 591310)	Завод «Большевик», СССР	63	25	До 60	100	3,9×3,8×4,3	13500
ABГK-250 (индекс 591311)	Завод «Большевик», СССР	90	25	До 250	184	5,8×5,8×5,1	22715

Формование изделий

Для формования изделий методом раздува в настоящее время применяются в основном червячные экструзионные агрегаты.

Технологический цикл в экструзионном агрегате при изготовлении изделий методом раздува обеспечивается за счет синхронизированной работы узлов пластикации и выдавливания заготовки с механизмами раздува и отбора готовых изделий.

Основные характеристики экструзионных агрегатов для раздува приведены в табл. VI.2.

Механическая обработка

В связи с тем, что при раздуве трубчатой заготовки образуется облой, необходимо специальной обработкой удалять его и передавать на агрегат переработки отходов. Дробленые и гранулированные отходы после смешения со свежим сырьем в объеме 10—20% разрешается возвращать в цикл получения изделия методом раздува.

Успехи в конструировании экструзионных агрегатов для раздува позволяют ряду зарубежных фирм (Kautek, Векит и др.) совмещать в одном агрегате наряду с раздувом механическую обработку, цветную печать, залив жидкостей.

Упаковка объемных изделий

Упаковка может осуществляться: а) централизованно — после участка контроля и б) децентрализованно — возле каждого экструзионного агрегата. Существующий опыт действующих за-

водов позволяет рекомендовать для изделий объемом до 1—3 л групповую упаковку насыпью в мягкие контейнеры или мешки и поштучную укладку с формированием пакета для объемных изделий с объемом до 9 л. Упаковка изделий объемом свыше 60 л ведется только поштучно.

В случае применения схемы с заполнением жидкостями упаковку целесообразно производить в специальную кассетную транспортную тару.

Переработка отходов

При изготовлении изделий из термопластов методом раздува образуются возвратные и безвозвратные отходы. Последние представляют собой потери в виде газообразных выделений, слитков при отработке режима и т.д. По производству выдувных изделий из полиэтилена такие отходы составляют 1—2%. Возвратные отходы (20% и выше) после дробления и грануляции используются в качестве добавок к исходному сырью [3].

В отделении переработки отходов устанавливается оборудование для смешения и подкрашивания термопластов (для выпуска окрашенных объемных изделий). Более подробно эти вопросы освещены в гл. V.

Выбор и расчет основного технологического оборудования

Типоразмер экструзионного агрегата для получения объемных изделий методом раздува выбирается, исходя из объема и типоразмеров изделия. В связи с универсальностью оборудова-

Таблица VI.3. Расчет потребного количества экструзионных агрегатов для производства выдувных изделий

Наименование изделия	Объем изделия, л	Материал изделия	Годовая программа		Время цикла, с	Число гнезд	Затраты времени на выполнение годовой программы, машино-часы	Тип и количество экструзионных агрегатов
	масса, г		тыс. шт.	т				
Корпус банки	5,0	ПЭНП	200	80	93	1	4433	ABГ-10 (0,9 ед.)
	400,0							
Флакон «Пятновыводитель для химчистки»	1,0	ПЭНП	150	15	46	2	963	«Ходос» (0,18 ед.)
	103,0							
Канистра	7,0	ПЭНП	54	23	100	1	1500	ABГ-10 (0,3 ед.)
	422,0							
Банка «Ландыш»	0,5	ПЭНП	2450	97	33	3	7487	«Ходос» (1,2 ед.)
	30,0							
Бутылка	5,0	ПЭВП	89,0	18	100	1	2472	ABГ-10 (0,4 ед.)
	200							

ния и малого количества типоразмеров (см. табл. VI.2) на выбор основного оборудования главное влияние оказывает объем изделия, в меньшей степени влияют тиражность, материал, масса изделия. В табл. VI.3 приведены результаты выбора и расчета необходимого количества экструзионных агрегатов для раздува для конкретного ассортимента изделий.

Для расчета фонд работы экструзионного агрегата принимается равным 5600 ч (при трехсменной работе с прерывной рабочей неделей) и коэффициент использования оборудования $K_{исп}=0,93$.

Число агрегатов E , необходимое для выпуска заданного количества изделий, определяется по формуле:

$$E = \frac{M}{5600K_{исп}} \quad (VI.1)$$

где M — время, необходимое для выполнения программы (определяется на основе технологических циклов), машино-часы; $K_{исп}$ — коэффициент использования экструзионных агрегатов ($K_{исп}=0,93$).

При отсутствии конкретного ассортимента на основании статистических данных Госпластпроектом рекомендованы для укрупненного расчета следующие величины производительности:

Объем изделий, л	Средняя производительность агрегата	
	кг/ч	т/год
0,5—1	10—15	50—70
1—2	20—27	107—142
2—10	45—60	240—320
10—60	50—65	260—340

Для оценки соотношения различных типоразмеров для укрупненного расчета Госпластпроектом разработаны следующие нормативы:

Объем изделий, изготавливаемых на данном агрегате (не более), л	Доля агрегатов для изготовления изделий данного объема, %
1	25
3	30
10	20
60	25

Расчет рабочей силы для производства объемных изделий методом раздува

Годовой выпуск продукции на одного работающего должен составлять от 20 до 30 т.

Число единиц оборудования, обслуживаемого одним оператором, составляет: для экструзионных агрегатов с объемом раздува до 2 л — 1, свыше 2 л — 2.

При проектировании производств объемных изделий методом раздува может быть рекомендовано для производств мощностью от 1 до 3 тыс. т следующее соотношение производственного персонала (в %):

Общее число работающих	100
Производственные рабочие	61—64
Вспомогательные рабочие	27—30
ИТР, служащие	6—8
МОП	1—2

Расчет производственных площадей

На основании опыта Госпластпроекта могут быть рекомендованы следующие нормативы для расчета площадей производственного зала на единицу основного оборудования:

Объем изделий, изготавливаемых на агрегате (не более), л	Площадь на единицу оборудования, м ²
1	35
2	35
10	60
60	100

Для разработки обосновывающих материалов Госпластпроектом рекомендуются следующие нормы расхода на 1 т готовой продукции:

Электроэнергия, кВт·ч	1700
Вода производственная, м ³	55
Сжатый воздух, нм ³	350

ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование предприятий по переработке пластмасс/Под ред. В. К. Загородного. Л., Химия, 1972. 496 с.
2. Энциклопедия полимеров. М., Советская энциклопедия, 1974. Т. 2, 1032 с.
3. Инструкция по нормированию расхода синтетических смол и пластических масс при производстве изделий из пластмасс методом экструзии с последующим раздувом. Утверждена Министерством химической промышленности 28.11.79 г. М., НПО «Пластик», 1980. 45 с.

Глава VII

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС МЕТОДОМ ВАКУУМ- И ПНЕВМОФОРМОВАНИЯ

Получение изделий из пластмасс методом вакуум- и пневмоформования заключается в формировании изделий из нагретых до высокоэластического состояния листовых термо-

пластичных материалов под воздействием разности давления воздуха над листом и под листом.

Технология вакуумформования [1] заключается в следующем. Изготовленная из листового материала заготовка с помощью прижимной рамы или другим способом герметично закрепляется по периметру формы и нагревается. Затем внутреннюю полость формы соединяют с ресивером, в котором предварительно создан вакуум. Нагретый лист вследствие образовавшегося в полости формы разрежения втягивается внутрь ее. После охлаждения, необходимого для фиксации формы изделия, последнее удаляют из формы. Давление формования составляет 0,09—0,095 МПа.

Для формования изделий из толстых листов часто комбинируют создание вакуума с механическим формованием и использованием сжатого воздуха.

Пневмоформование имеет несколько разновидностей. К ним относятся: негативное (формование в матрицу), позитивное (формование на выпуклом пуансоне) и свободное (при этом способе заготовка не входит в контакт с формующим инструментом).

Метод механопневмоформования [2] заключается в следующем. Лист помещается между крышкой и матрицей формы. При помощи гидравлического пресса создается уплотнение по всему периметру изделия, затем сжатым воздухом формуются изделие. Могут применяться матрица и пуансон. Одновременно вырубается готовое изделие.

Механопневно- и механовакуумформованием можно получать как мелкие, так и крупногабаритные изделия (кузов легкового автомобиля, ванны, детали холодильников и т. д.).

Для изготовления ряда крупногабаритных изделий эти методы становятся единственно приемлемыми и в случае, когда применение сверхмощных литьевых машин нерентабельно или невозможно. Метод вакуум- и пневмоформования выгоден и при малых сериях изделий из-за дешевизны оснастки и простоты ее изготовления. Наличие большого количества отходов, образующихся при отделении изделия от листа, требует организации переработки их в гранулы. Создан ряд автоматизированных линий, в которых совмещено производство листа и изделий из него.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Технологическая схема производства изделий из пластмасс, полученных методами вакуум- и механопневмоформования, для специализированных производств мощностью 0,5—3 тыс. т/год состоит из следующих операций: прием сырья в цистернах, контейнерах, мешалках или пакетах (готовые листы); транспортирование на склад, хранение сырья, растаривание сырья; входной контроль, подготовка сырья, транспортирование

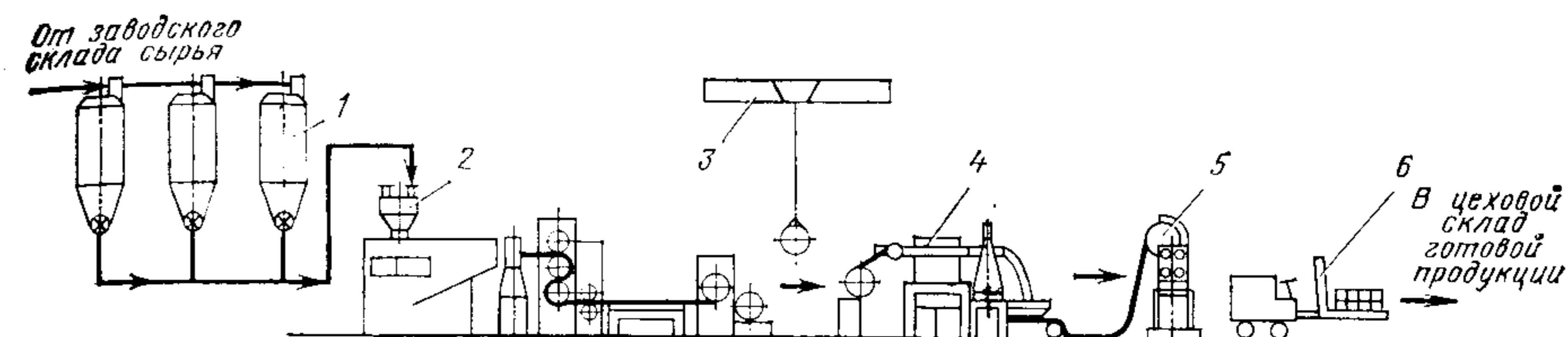


Рис. VII.1. Принципиальная технологическая схема производства вакуум- и пневмоформованных изделий из пластмасс совместно с производством листовых заготовок:

1 — емкость цехового склада сырья; 2 — листовальный агрегат; 3 — кран-балка для транспортирования рулонов; 4 — вакуум-формовочная машина; 5 — измельчитель отходов (или измельчитель и гранулятор); 6 — электропогрузчик.

сырья с участка подготовки или склада сырья в бункер листовального агрегата или к зоне загрузки формующего оборудования (в случае получения листов со стороны); формование изделий на специальном вакуум- и пневмоформующем оборудовании, охлаждение и извлечение готового изделия; механическая обработка изделий; контроль готовой продукции; сборка и упаковка готовых изделий, складирование; переработка отходов.

Современный технический уровень позволяет рекомендовать для проектирования следующие технологические схемы производства изделий из пластмасс методом вакуум- и пневмоформования:

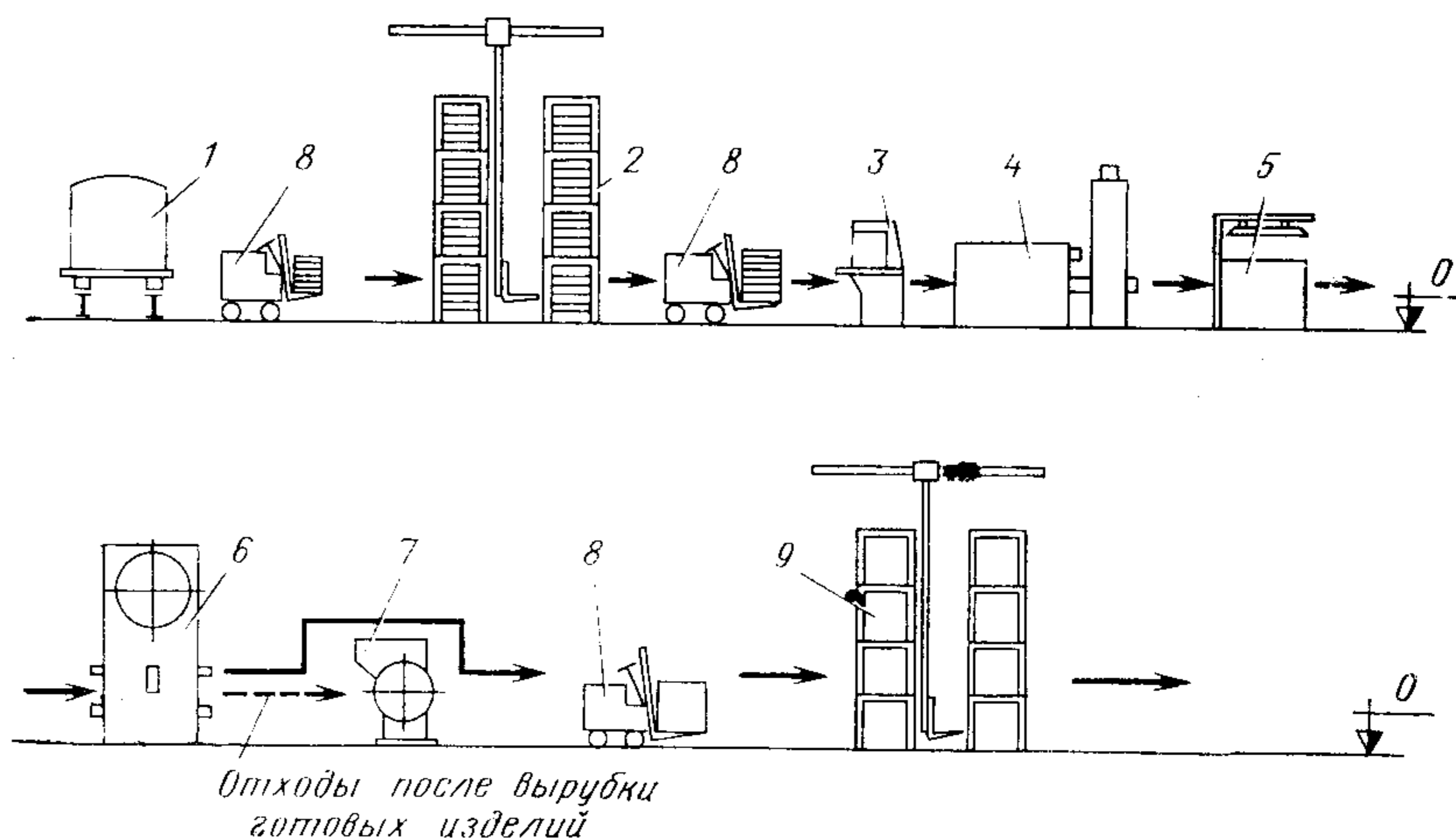


Рис. VII.2. Принципиальная технологическая схема производства вакуум- и пневмоформованных изделий из пластмасс с применением готовых листовых заготовок:

1 — железнодорожный вагон; 2 — склад-штабелер для листовых материалов; 3 — ленточная пила или пресс для вырубki заготовок; 4 — машина для вакуум- и пневмоформования; 5 — манипулятор; 6 — автомат для вырубki готовых изделий; 7 — измельчитель отходов (или измельчитель и гранулятор); 8 — электропогрузчик; 9 — склад-штабелер готовой продукции.

1) технологическая схема производства изделий из пластмасс методом вакуум- и пневмоформования совместно с производством листовой заготовки (рис. VII.1);

2) технологическая схема производства изделий из пластмасс методом вакуум-пневмоформования с применением готовых листовых заготовок (рис. VII.2).

Многие стадии процесса достаточно подробно изложены в главах IV, V, VI, поэтому описываться будут только те стадии процесса, которые имеют специфические особенности.

Формование изделий

Вакуум- и пневмоформованию предшествует изготовление заготовок необходимых размеров разрезанием листа при помощи ленточных или дисковых пил, вырубкой специальными штампами. Перед формованием листовые заготовки нагреваются при помощи инфракрасного излучения.

Для равномерного и быстрого нагрева толстых листов (свыше 2 мм) предусматривается двухсторонний нагрев. Температурные режимы процесса вакуум- и пневмоформования приведены в табл. VII.1.

При пневмоформовании применяемое давление воздуха зависит от механических свойств материала заготовки, ее толщины, конфигурации изделия, глубины вытяжки и т. д.

При недостаточном перепаде давления может произойти неполное оформление деталей, при слишком большом перепаде возрастают энергозатраты, увеличивается опасность механического разрыва заготовки. Обычно применяют избыточное давление в пределах 50—250 кПа.

В связи со специализацией среди стран СЭВ в отечественной промышленности применяются вакуумформовочные машины производства Венгерской Народной Республики (табл. VII.2).

В нашей стране освоен выпуск установок для механопневмоформования (УМПФ) (табл. VII.3). Особенности УМПФ

Таблица VII.1. Температурные режимы процесса вакуум- и пневмоформования изделий из термопластов

Наименование термопласта	Температурные пределы формования, °С		Наименование термопласта	Температурные пределы формования, °С	
	вакуумного	пневматического		вакуумного	пневматического
Полистирол и его сополимеры	120—160	120—160	Полиэтилен высокой плотности	120—135	135—180
Полиметилметакрилат	120—200	120—200	Полиэтилен низкой плотности	90—135	110—150
Поливинилхлорид и его сополимеры	100—160	110—160	Поликарбонат	225—245	225—245

Таблица VII.2. Основные характеристики вакуумформовочных машин, выпускаемых в ВНР

Наименование машины	Модель	Площадь формования	Наибольшая глубина вытяжки, мм		Число циклов в час	Потребляемая мощность, кВт	Габариты, мм			Масса, кг
			толщина перерабатываемого материала, мм	глубина вытяжки, мм			длина	ширина	высота	
Вакуумформовочная машина непрерывного действия	VP-231	500×760	80/0,1÷1,2	80/0,1÷1,2	30—120	7	2150	1150	1400	800
Машина для вакуумформования	VP-2000	920×1920	360/0,5÷5	360/0,5÷5	30—60	27	1400	2100	3350	2000
Быстроформовочный вакуумный автомат	VP-500	460×470	100/0,15÷3	100/0,15÷3	180—600	18	2200	900	1600	1200
Вакуумформовочная и упаковочная машина	VP-Минор	360×500	150/0,1÷4	150/0,1÷4	—	7	620	770	1470	300
Машина для вакуумформования	VP-Б Супер	1720×720	400/0,3÷5	400/0,3÷5	—	20	1400	2100	3000	1500
Автомат для формования	VP-Универсал	560×760	350/0,1÷6	350/0,1÷6	200—600	13	—	—	—	600

Таблица VII.3. Основные характеристики установок механопневмоформования

Параметры	УМПФ-63	УМПФ-100	УМПФ-160	УМПФ-250	УМПФ-250-3
Рекомендуемые толщины изделий, мм	2—6	2—8	2—10	2—15	2—20
Максимальные габариты изделий, мм	600× ×450×240	900× ×550×280	1100× ×650×320	1800× ×800×420	2900× ×800×460
Максимальное усилие смыкания форм, кН	630	1000	1600	2500	2500
Усилие механической вытяжки и вырубки, кН	90	125	200	400	400
Мощность нагревателей, кВт	11	19,5	23,4	30	53,6
Давление воздуха для формования, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Производительность (на заготовках из ударопрочного полистирола толщиной 6 мм), шт./ч	26	26	26	26	24
Габариты, мм					
длина	3400	5400	6620	10270	8000
ширина	1000	1700	2120	2340	3700
высота	2600	2900	3080	3965	3440
Масса, т	3,8	7,0	9,2	16,0	24,0

заключаются в возможности переработки на них всех термопластов, совмещение процессов формования и вырубki изделий в одном агрегате.

Свойства изделий, получаемых методами пневмо- и вакуумформования, идентичны, поэтому при выборе метода следует проводить технико-экономические расчеты для определения затрат на тот или иной метод. При этом большую роль играет тиражность.

Упаковка формованных изделий

Упаковка готовых изделий должна производиться поштучно при помощи пакетировочных автоматов. Опыт заводов позволяет рекомендовать: для мелких изделий типа «стакан» — упаковку на специальных автоматах в стопку с укладкой в пакет из термоусаживающейся пленки; для крупногабаритных изделий — поштучную укладку в оборотную кассетную тару.

Переработка отходов

При переработке листовых термопластов методом вакуум- или пневмоформования выход готовой продукции при отсутствии листовального агрегата и невозможности использования возвратных отходов (28—38%) для повторного формования со-

ставляет 60—70%. Выход готовой продукции может быть увеличен до 98% (потери только за счет угара и неполадок работы экструзионного оборудования). Для этого необходимо применение замкнутых технологических схем с листовальным агрегатом (см. рис. VII.1).

Большинство отходов термопластов (полиэтилен, полистирол, полипропилен и т. д.) перерабатывается методом экструзии в гранулы. Отличия составляют отходы непластифицированного поливинилхлорида (винипласта) и полиметилметакрилата (оргстекла).

Отходы непластифицированного поливинилхлорида после измельчения целесообразно использовать как добавки при вальцевании первичного сырья или прессовать в изделия, используя пресс-формы с паровым обогревом и охлаждением.

Отходы полиметилметакрилата целесообразно максимально использовать для изготовления мелких изделий путем механической обработки, а стружки, пыль и другие неиспользуемые отходы возвращать заводу-изготовителю для деполимеризации. В том случае, если производство вакуум- и пневмоформованных изделий организуется без листовальных агрегатов, переработка отходов ограничивается грубым измельчением с отправкой отходов заводу-изготовителю листов.

Выбор и расчет основного технологического оборудования

Типоразмер вакуум- и пневмоформовочных агрегатов для получения заданного ассортимента выбирается, исходя из площади и конфигурации формуемого изделия, глубины вытяжки, толщины изделия и не зависит от тиражности, массы изделия, материала. Как уже ранее указывалось, выбор вакуумформовочных машин или установок пневмоформования (УМПФ) производится на основе экономических расчетов.

Таблица VII.4. Выбор и расчет количества вакуумформовочных машин по конкретному ассортименту (пример)

Наименование детали	Годовая программа, тыс. шт.	Размер листовой заготовки, мм	Гнездность	Возможный сьем, тыс. шт.	Количество единиц оборудования
Обивка багажника					
левая передняя	233	1200×680×2	2	456	0,51
левая задняя	233	1200×540×2	2	456	0,51
Облицовка	51	1200×680×2	2	456	0,11
Обивка арки заднего колеса	109	1200×540×2	1	228	0,48

Примечание. Продолжительность цикла формования составляет 90 с; годовой фонд времени работы оборудования при работе в 3 смены — 5700 ч, в 2 смены — 3900 ч.

В табл. VII.4 приведен пример выбора и расчета необходимого количества вакуумформовочных машин по конкретному ассортименту.

На стадии ТЭО допускается применять расчет по условным представителям, если известны области применения и объем выпуска.

Для установления норм расхода сырья на изделия, получаемые методами термоформования, применяют расчетный и графо-аналитический способы [3]. Нормы расхода определяются подетально в следующем порядке: а) по рабочему чертежу определяют габаритные размеры детали; б) рассчитывают размеры заготовки (длина и ширина); в) составляют эскиз раскроя; г) определяют норму расхода; д) определяют количество безвозвратных потерь при механической обработке и отходов

ЛИТЕРАТУРА

1. Энциклопедия полимеров. М., Советская энциклопедия, 1974. Т. 2, 1032 с.
2. Стрельцов К. Н. Пневматическая переработка термопластов. Л., Госхимиздат, 1963. 175 с.
3. Инструкция по нормированию расхода синтетических смол и пластических масс в производстве изделий из полуфабрикатов. Утверждена Министерством химической промышленности 6.03.1978 г. М., НПО «Пластик», 1979. 75 с.

Глава VIII

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наиболее распространенными методами производства полимерных пленок являются экструзионные процессы, каландрование, в меньшей степени полив, строгание, прессование [1]. В табл. VIII.1 приводятся данные о применении основных методов производства пленок из различных полимерных материалов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

Технологическими схемами производства полимерных пленок, как правило, предусматривается автоматизация процессов, начиная от получения сырья и кончая упаковкой и хранением готовой продукции.

Технологические схемы включают в себя следующие стадии:

Таблица VIII.1. Основные методы производства полимерных пленок*

Полимер	Экструзия		Каландрование	Полв
	через кольцевой зазор	через плоскощелевую головку		
Полиэтилен	+	+	—	—
Полипропилен	+	+	—	—
Поливинилхлорид пластифицированный	+	+	+	—
непластифицированный	—	+	+	—
Поливинилиденхлорид	+	—	—	—
Полистирол	+	+	—	—
Полиэтилентерефталат	—	+	—	—
Поликарбонат	—	+	—	+
Полиамид	+	+	—	+
Поливинилхлорид + +сополимер АБС	—	+	+	—

* Знаками «+» отмечены методы переработки, имеющие наибольшее применение, знаком «—» — не применяющиеся.

- прием, транспортирование, растаривание и хранение сырья, входной контроль;
- подготовка сырья или приготовление композиции;
- транспортирование сырья со склада или с участка подготовки сырья или приготовления композиции к агрегатам для получения пленок;
- формование пленок;
- конфекционирование пленок;
- контроль готовой продукции;
- упаковка и хранение готовой продукции;
- переработка отходов.

Ниже приводится описание технологических схем наиболее распространенных методов получения полимерных пленок: экструзией через кольцевой зазор полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) и каландрованием пластифицированного и непластифицированного поливинилхлорида (ПВХ).

Прием сырья

В процессах переработки полимерных материалов методами экструзии и каландрования единичные мощности отдельных линий могут составлять 6—10 тыс. т/год, а отдельных производств — 25—50 тыс. т/год.

При проектировании этих производств предпочтительно предусматривать прием поливинилхлорида и полиэтилена в цистернах, и только для получения опытных партий возможен прием сырья в мешках.

Из цистерн сырье пневмотранспортом подается в складские емкости, объем которых равен или больше объема цистерн.

При приеме сырья в мешках полимерные материалы специальными системами транспортеров подаются к растарочным установкам, откуда пневмотранспортом перемещаются в предназначенные для них емкости.

Учет прибывшего сырья должен осуществляться с помощью железнодорожных весов или тензометрических датчиков, устанавливаемых под опорные поверхности кронштейнов крепления емкостей.

Хранение сырья

Заводской склад хранения сырья в специальных емкостях необходимо проектировать из расчета 8—10-суточного запаса сырья. Другие компоненты композиции хранятся в упаковке завода-изготовителя. Отдельные виды компонентов (например, стабилизаторы и пигменты) поставляются заводами-изготовителями в резино-кордных контейнерах или контейнерах одноразового использования.

Растваривание сырья

Растваривание сырья из цистерн в емкости осуществляется таким же образом, как это указано в гл. V.

Стабилизирующие добавки, поступающие с завода-изготовителя в резино-кордных контейнерах, раствариваются в технологические контейнеры и в них направляются в отделение подготовки композиции. Стабилизирующие добавки, являющиеся взрывоопасными веществами, должны направляться в отделение подготовки композиции в герметичных технологических контейнерах. При этом, если они прибывают на завод в резино-кордных контейнерах, то их растваривают, если же в мешках, то мешки укладывают в технологический контейнер и растваривают в отделении подготовки композиции.

Входной контроль сырья

Входной контроль сырья выполняется в соответствии с рекомендациями регламентов производства пленок, а также ГОСТ и ТУ на сырье.

Контроль должен проводиться в соответствии с описанием, приведенным в гл. V.

Для пленок из ПВХ особо важным параметром является содержание остаточного мономера (винилхлорида) в полимере.

Подготовка сырья

Вид поставляемого сырья (гранулированное или порошкообразное) предопределяет схему подготовки полимерных материалов.

Поскольку рассматриваемые производства являются крупнотоннажными, все операции по подготовке полимерных материалов должны быть максимально механизированы и автоматизированы.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПВХ МЕТОДОМ КАЛАНДРОВАНИЯ

Для производства различных видов пленок из ПВХ требуются композиции различных рецептурных составов. В табл. VIII.2 приводятся примерные рецептуры композиций для получения полимерных пленок на основе ПВХ в зависимости от области их применения.

Оборудование отделений подготовки композиции наиболее целесообразно располагать по «вертикальной» схеме (в этом случае обеспечивается естественное движение материалов от позиции к позиции). При этом высота здания должна быть не менее 18—20 м. В случае реконструкции предприятия возможна организация подготовки композиции и в зданиях с меньшей высотой. Но тогда на определенных стадиях процесса не-

Таблица VIII.2. Примерные составы композиций (в масс. ч.) для поливинилхлоридных пленок различного применения

Компоненты	Непластифицированная пленка пищевая	Непластифицированная пленка светотехническая	Непластифицированная пленка техническая	Пластифицированная пленка техническая	Пластифицированная пленка для автомобилей
ПВХ	100	100	100	100	100
Пластификаторы (ДОФ, ДОС, ДБФ)	3	0—12	2—8	54	50—55
Эпоксидированное растительное масло	2	2	—	—	—
Глицерин, стеарин	0,3	—	—	—	0,3
Стеариновая кислота	—	0,5	—	—	—
Триэтиленгликоль	—	1	—	—	—
Полиметилметакрилат	—	10	—	—	—
Дакрил	—	—	0—10	—	—
Эпоксидная смола	—	—	0—1,5	1,6	—
Сложные стабилизаторы (типа лауратов, СКС-II)	—	6	—	—	1—1,2
Стеарат кальция	0,5	—	—	1,6	—
Стеарат цинка	0,5	—	—	—	—
Стеарат кадмия	—	—	—	1,6	—
Сульфат бария	—	0,1—1	—	—	—
Белофор или увитекс	—	0,1	—	—	—
Форстаб К-201	—	1	—	—	—
Полигард	0,5	—	—	—	—
Стабилизаторы	—	—	2,5—7,5	—	—
Пигменты	0,1	0,01—0,07	1,5	0,2	4—10
Диоксид титана	3	0,1—2	2,8—10	3	—
Мел	—	—	—	—	15

Примечание. При проектировании следует принимать рецептуры композиций по регламентам.

обходима принудительная подача материалов с нижней отметки на верхнюю за счет пневмотранспорта или вертикальных конвейеров.

Принципиальная технологическая схема подготовки композиции ПВХ для производства пленок приведена на рис. VIII.1.

Смола из складской емкости 1 централизованным пневмотранспортом подается в расходные бункеры 3/1 и 3/2 объемом 3—7 м³. Воздух должен отводиться из емкости через фильтр. Применяются два вида фильтров: рукавные фильтры со встряхиванием и фильтры с обратной продувкой воздухом.

Порошкообразные компоненты (стеарат кальция, кадмия, цинка, сульфат бария, белфор, форстаб К=201 и др.) в технологических герметичных контейнерах лифтом подаются на участок растаривания мелких компонентов. На этом участке устанавливаются специальные бункеры 4, представляющие собой емкости с устройствами для растаривания мешков или приема сырья из технологических контейнеров. Число бункеров зависит от рецептуры, но не менее 5—6. Емкость каждого бункера 0,7 м³.

Работа растарочного устройства заблокирована с работой системы отсосов; при открывании крышки бункера (при растаривании мешков) или при установке технологического контейнера и открывании шибера включаются в работу вентиляторы местных отсосов.

Воздух, отходящий из фильтров, установленных над бункерами, должен направляться в систему вентиляции и после второй очистки выбрасываться в атмосферу.

Емкости 3 для ПВХ, а также бункеры 4 для мелких порошкообразных компонентов в нижней части оборудуются винтовыми питателями для передачи материалов в автоматические весы 7, 8. Для этих целей возможно применение винтовых вибрационных питателей типа В2. Винтовые питатели имеют привод от двухскоростного электродвигателя. При подаче 90% дозы происходит переключение скорости (10:1) и продолжается замедленная досыпка материала до полной дозы.

Ниже приводится характеристика питателей В2:

Типоразмер питателя	Диаметр винта, мм	Производительность, м ³ /ч	Мощность электродвигателя, кВт	Габаритные размеры (L×B×H), мм	Длина транспортирования $l_{тр}$, мм
В2-06	60	0,13—0,76	2,2	(2181—3236)×730×750	630—1600
В2-10	100	0,61—3,65	3,3	(2740—4023)×930×920	800—2000
В2-16	160	2,4—14,3	5,1	(3350—4926)×1140×1141	1000—2500

Примечания. 1. Размеры L выбираются в зависимости от длины транспортирования $l_{тр}$, т. е. расстояния от оси входного отверстия до оси выгрузочного люка. 2. Применение дозаторов с размерами $l_{тр}$ более 630 мм для типа В2-06, более 800 мм — для В2-10 и более 1000 мм — для В2-16 необходимо согласовывать с разработчиком питателей и заводом-изготовителем.

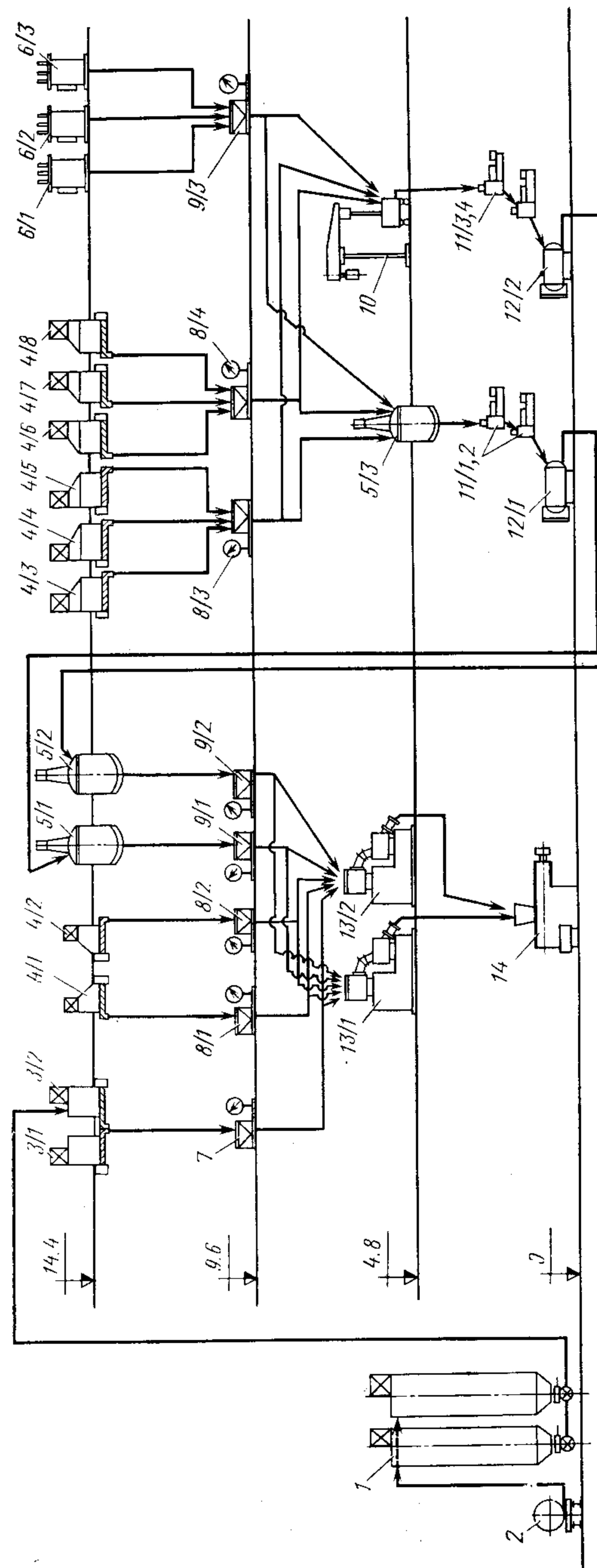


Рис. VIII.1. Принципиальная технологическая схема подготовки композиции для производства пленок из ПВХ:

1 — емкости для хранения сырья; 2 — цистерна; 3 — бункеры; 4 — бункеры с растарочным устройством для растаривания порошкообразных компонентов; 5 — реакторы с мешалками; 6 — мерники; 7 — автоматические весы для порошкообразных компонентов; 8 — автоматические весы для жидких компонентов; 9 — бисерные мельницы; 10 — емкостью; 11 — бисерные мельницы; 12 — емкостью; 13 — двухстадийные смесители; 14 — многоступенчатый экс-трудер или смеситель тяжелого типа.

Таблица VIII.3. Технические характеристики

Тип весов	Кажущаяся плотность взвешиваемого продукта, т/м ³	Пределы взвешивания, кг	Продолжительность цикла дозирования, с
ОДПК-80	0,2—0,6	20—80	30
ДВС-2М	0,4—1,0	0,1—2	6
ОДСС-5	0,2—0,8	0,5—5	30
ДВСТ-5	0,55—1,9	2—5	45

Примечания. 1. Подача материала в грузоприемное устройство осуществляется: ОДСС-5 — с помощью питателей, являющихся принадлежностью надвесовых бункеров; двухкомпонентные, ОДПК-80, ОДСС-5 — четырехкомпонентные, ДВС-2М и ДВСТ-5 — Управление весами осуществляется станциями типа СУСТ-7 (одна станция не более чем

* Габариты пульта управления 520×265×300 мм, шкафа управления — 560×375×950 мм.

ПВХ и порошкообразные компоненты винтовыми питателями подаются в автоматические весы. Если применяемые весы снабжены устройствами для подачи материалов в их грузоприемные устройства, то можно не предусматривать в системе бункеров винтовые питатели.

В настоящее время специальные весы для дозирования ПВХ и мелких компонентов не выпускаются. Поэтому при заказе оборудования необходимо указывать требования, определяемые свойствами взвешиваемых материалов. Для дозирования ПВХ можно применять автоматические дозирочные весы типа ОДПК-80, автоматические дозирочные весы для порошкообразных материалов типа ДПО-100-И.

В табл. VIII.3 приводятся технические характеристики автоматических весов. Выбор и применение весов должны быть подтверждены заводом-изготовителем.

Для дозирования порошкообразных мелких компонентов можно применять весовые автоматические дозаторы для сыпучих продуктов типа ДВС-2М, весы автоматические дозирочные для светлых ингредиентов резины и ускорителей типа ОДСС-5. Если позволяет высота помещения, можно применять для каждого компонента автоматические весы типа ДВСТ-5. Характеристики указанных весов также приводятся в табл. VIII.3.

Для мела, пигментов, диоксида титана необходимо также предусматривать бункеры с растарочными устройствами. Дозирование этих компонентов можно осуществлять с помощью весов типа ДВСТ-5.

Пластификаторы и мягчители со склада по трубопроводам подаются в отделение подготовки композиции в емкости 6/1—6/3 (см. рис. VIII.1) объемом 2—3 м³. Число емкостей определяется числом жидких компонентов, но не менее трех. Емкости должны быть оборудованы уравнивателями для автоматичес-

автоматических весов

Потребляемая мощность, кВт	Габариты L×B×H, мм			Масса, кг
	весов	пульта управления	шкафа управления	
3,4	3050×1405×2490*	520×265×300	560×375×950	1251
0,3	2315×1635×1705	—	—	320
0,65	500×440×950	—	—	100
0,3	1120×110×1070	—	—	320
0,6	1150×1360×2260	—	—	285

в весах ДПО-100-И — с помощью шнеков, входящих в комплект весов; в весах ОДПК-80, в весах ДВС-2М, ДВСТ-5 — с помощью вибротолковых питателей. 2. Весы ДПО-100-И — однокомпонентные. 3. Весы ДВСТ-5 можно комплектовать в автоматические линии на 7 весов).

кого включения подачи материалов и выключения (при достижении требуемого уровня).

Из емкостей жидкие компоненты дозируются с помощью автоматических весов 9/3 или дозирочных насосов в реакторы с мешалкой 5/3 или планетарные смесители 10. Дозирование жидких компонентов можно осуществлять с помощью автоматических весов для жидких мягчителей типов 4ДПС-5 или 4ДПС-15 (в зависимости от рецептуры и мощности производства).

Ниже приводятся технические характеристики весов для дозирования жидких компонентов:

Плотность, т/м ³	0,85—1,1
Пределы взвешивания, кг	
4ДПС-5	0,5—5,0
4ДПС-15	1—15
Продолжительность дозирования, с	
одного компонента	30
четырех компонентов	120
Потребляемая мощность, кВт	0,5
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	0,5
Расход пара, м ³ /ч	11
Габариты L×B×H, мм	
4ДПС-5	1560×1210×1070
4ДПС-15	1560×1210×1165
Масса, кг	
4ДПС-5	490
4ДПС-15	520

Стабилизаторы готовят в виде суспензии. Стабилизирующие добавки измельчают, смешивают с пластификатором, фильтруют и добавляют смесь автоматически в заданных количествах по рецептуре непосредственно в смеситель.

Суспензионная нитка подготовки стабилизирующих добавок начинается с емкостей для стабилизаторов (4/3—4/8) и пластификаторов (6/1—6/3) и заканчивается дозирующим устройством и трубопроводами подачи суспензии в двухстадийный смеситель.

Таблица VIII.4. Технические

Тип смесителя	Объем рабочий, м ³	Рабочая t, °C		Частота вращения, об/мин	
		в смесительной камере	в рубашке	мешалки	води́ла
ПЛ-25НРК ЗД-400ВКР	0,025	До 80	До 100	92,0	48,5
	0,4	До 30	До 20	442—1400	—

В случае постоянства выпускаемой продукции отвешенные согласно рецептуре стабилизирующие добавки и пластификаторы подаются в реакторы с мешалкой объемом 2 м³. При сравнительно частой смене продукции отвешенные компоненты направляются в планетарные или зубчато-дисковые смесители. Применение съемных отдельных частей оборудования облегчает его чистку. В табл. VIII.4 приводятся технические характеристики указанных смесителей.

После смешения стабилизирующих добавок с пластификаторами (продолжительность смешения определяется регламентом) смесь подается для измельчения в бисерные (11/1—11/4) или ударно-кавитационные мельницы. Как правило, устанавливают две мельницы последовательно друг за другом. При выходе из второй мельницы тонина измельчения стабилизирующих добавок составляет 10 мкм. Регулирование подачи продукта — бесступенчатое. Характеристика бисерной мельницы МБС125КО2 приводится ниже:

Производительность, л/ч	125
Температура в камере измельчения, °C	До 50
Частота вращения ротора, об/мин	735
Мощность электродвигателя, кВт ротора	30
насоса	1,1
Габариты L×B×H, мм	1600×1750×3200
Масса, кг	2900

Готовая суспензия передается в реактор с мешалкой 5/1 и 5/2, где суспензия хранится при постоянно вращающейся ме-

Таблица VIII.5. Технические характеристики двухстадийного смесителя

Тип смесителя	Объем смесительной камеры*, л		Количество загружаемой композиции, кг	Рабочая температура, °C	
	горячего смесителя	холодного смесителя		в смесительной камере	в рубашке
187011-00.00.000	300/440	600/700	150—200	До 60	85
ЦЛ-100ВРК	100/160	—	50—70	До 60,0	30
ЦЛ-400ВРК	400/630	—	200—270	До 100	35—100

* В числителе — рабочий объем в знаменателе — номинальный.

характеристики смесителей

Мощность электродвигателя, кВт		Габариты, L×B×H, мм	Масса, кг
мешалки	механизма подъема		
2,2	0,18	980×616×(1235—1535)	430
17	—	2330×1030×(2500—3300)	2520

шалке. Емкость реактора 2—3 м³ (соответствует объему реактора для смешения стабилизирующих добавок с пластификатором). До входа в реактор суспензия должна быть отфильтрована от частиц. Из реакторов суспензия через автоматические весы 9/1 и 9/2 подается в горячий бак двухстадийного смесителя (13/1, 13/2). Для дозирования суспензии можно применять те же автоматические весы (4ДПС-5 или 4ДПС-15), что и для дозирования пластификаторов.

Растаренные компоненты (ПВХ, пигменты, мел), а также другие мелкие компоненты, не вошедшие в состав суспензий, дозируются в соответствии с рецептурой через бункеры 3/1, 3/2 и 4/1, 4/2, через весы 7 и 8/1, 8/2 в горячий бак двухстадийного смесителя (13/1, 13/2). Двухстадийный смеситель представляет собой комбинацию горячего и холодного баков смешения, смонтированных друг над другом на одном основании.

Продолжительность смешения в горячем баке составляет 15—20 мин. Затем пневмоцилиндром открывается затвор горячего бака, и композиция по соединительному рукаву (при работающей крыльчатке) из горячего бака передается в холодный. Время пребывания композиции в горячем и холодном баках одинаково.

При отсутствии двухстадийного смесителя можно использовать смесители периодического действия (центробежные лопастные). При этом один из смесителей должен работать по схеме горячего смешения, а второй — холодного.

и смесителей периодического действия

Установленная мощность, кВт		Расход охлаждающей воды при 10—12 °C, м ³ /ч	Расход воздуха при давлении 0,3—0,6 МПа, м ³ /ч	Габариты L×B×H, мм	Масса, кг
горячего смесителя	холодного смесителя				
60	10,5	3	0,8	3456×2250×3360	5650
13	—	—	—	2400×954×1534	995
55	—	—	—	3055×1450×1742	2185

Необходимо предусмотреть выход воздуха из смесителя при его загрузке и работе через фильтр для очистки от пыли.

Количество отводимого из смесителя мономера винилхлорида зависит от его содержания в исходном полимере. При производстве пленок следует использовать ПВХ с минимальным содержанием мономера (до 50 г на 1 т полимера). Количество винилхлорида, выделяющегося при подготовке композиции в смесителе, составляет 40—50% от его содержания в исходном полимере.

При значительном содержании мономера в ПВХ необходимо проводить расчеты количества выделяющегося винилхлорида для проверки соответствия исполнения применяемого оборудования классу помещения.

Технические характеристики двухстадийного смесителя и смесителей периодического действия (центробежных лопастных) приведены в табл. VIII.5.

Подготовленная композиция из смесителя направляется в двухчервячный или многочервячный экструдер 14 (см. рис. VIII.1), где происходит перемешивание, пластикация, гомогенизация массы, а также выравнивание температуры по объему выходящего продукта. Из головки экструдера композиция выходит в виде прутка или полосы.

В некоторых схемах, например в производстве пленок ПВХ+АБС, для пластикации применяются смесители тяжелого типа (типа СН).

Ниже приводится техническая характеристика двухчервячного экструдера Е2-125 (ГДР):

Диаметр червяка, мм	125
Отношение L/D	20
Расстояние между червяками, мм	110
Частота вращения червяков, об/мин	150—200
Число зон обогрева	4
Мощность электронагрева, кВт	40
Мощность электродвигателей, кВт	200—320
Габариты ($L \times B \times H$)	6600 × 1700 × 2670
Масса, кг	11000

Экструдеры выбираются в зависимости от назначения композиции (пластифицированные или непластифицированные пленки). Для жестких пленок рекомендуется экструдер с большей мощностью двигателя. Для каждого типа композиции поставляются экструдеры со специальными червяками.

Производительность экструдера может быть принята: при подготовке композиции на основе пластифицированного ПВХ — 800—1000 кг/ч; при подготовке композиции на основе непластифицированного ПВХ — 600—700 кг/ч.

Отделение подготовки композиции размещается в помещении, отделяемом от помещения производства проектируемой

Таблица VIII.6. Примерный технологический режим процесса подготовки композиции на основе ПВХ

Наименование переходов и операций	Параметры процесса		
	продолжительность операции, мин	количество, кг	температура, °С
1. Приготовление суспензии			
1.1. При применении планетарного смесителя:			
загрузка в смеситель	5—6	200—250	20—27
перемешивание в смесителе	20—25	200—250	20—27
измельчение в бисерных мельницах		Непрерывно	
1.2. При применении реактора:			
загрузка в реактор	6—10	1300—1500	20—27
перемешивание в реакторе	25—30	1300—1500	20—27
измельчение в бисерных мельницах		Непрерывно	
2. Приготовление композиции			
взвешивание, дозирование	3—5	300	20—60
перемешивание	15—20	300	60—80
выгрузка	3—5	300	20—27
3. Пластикация в двухшнековом экструдере:			
в цилиндре	Непрерывно	—	150—200
в головке	Непрерывно	—	160—200

продукции стенами, исходя из требований ПУЭ (разные классы помещений) и вследствие выделяющихся вредностей.

Параметры ведения технологического процесса подготовки композиции определяются регламентами проектируемого производства.

Подготовку композиции на основе ПВХ рекомендуется проектировать с применением «Систем автоматического дозирования» (САД), с работой всего оборудования при управлении от ЭВМ или единого пульта.

В табл. VIII.6 приводится примерный технологический режим процесса подготовки композиции.

Из отделения подготовки композиции материал в виде прутка или полосы с помощью транспортера подается в приемное устройство валцов комплектной каландровой линии.

Состав комплектных линий определяется контрактами между поставщиком и заказчиком. Но в любом случае комплектная каландровая линия должна включать:

- отделение подготовки композиции;
- валцы для переработки пластмасс;
- каландровую линию для переработки пластмасс (каландр; съемное устройство; охлаждающие валки; системы транспортирования пленки, измерения ее толщины в процессе каландрования, изменения зазора между валками каландра;

обрезное устройство и система возврата пленки на переработку; тянущее и отрезное устройства; устройство для дублирования на каландре; многопозиционное наматывающее устройство);

- станцию подготовки перепретой воды;
- систему передачи материала от экструдера к вальцам и от вальцев к каландру;
- систему отбора (улавливания) выделяющихся вредных веществ;
- устройство для полировки валов непосредственно на каландре (суперфиниш);
- систему перемотки и контроля пленки.

Принципиальная технологическая схема каландрования поливинилхлоридной пленки представлена на рис. VIII.2.

Из отделения подготовки композиции на основе ПВХ пластицированный материал в виде прутка или полосы транспортером 1 передается к вальцам 3. Транспортер должен быть закрыт; следует подключить вытяжную систему вентиляции.

На вальцах производится дальнейшая переработка и гомогенизация композиции ПВХ. Валки обогреваются паром давлением 13 ати. Для обеспечения постоянства температуры к валкам подводится охлаждающая вода.

Провальцованный материал непрерывно срезается с выходного вала в виде полосы шириной до 160 мм и подается на транспортер 4. При вальцевании происходит выделение пластификаторов, а также частичное выделение мономера. Для локализации выделяющихся вредностей над вальцами устанавливается зонт 2 вытяжной вентиляции.

Материал транспортером 4, на котором монтируется прибор поиска металлических частиц 5, передается к загрузочному устройству 6 каландра. Запружочным устройством производится равномерное распределение пластицированной массы в виде ленты по ширине валков каландра 7.

Пластицированная масса попадает в пространство между валками I и II. Она захватывается и продавливается между валками. Далее материал провальцовывается между валками II и III и калибруется в зазоре между валками III и IV.

В связи с тем, что в процессе каландрования выделяются пары пластификаторов, а также имеют место значительные тепловыделения, над каландром устанавливается зонт системы местного отсоса. Отсасываемый воздух от вальцев и каландра системой вентиляции направляется на очистку в электрофильтры.

При каландровании между валками возникают значительные распорные усилия, что приводит к прогибу валков. Для обеспечения постоянного зазора между валками III и IV в конструкции каландра предусматриваются различные системы, обеспечивающие выпуск пленки с требуемой точностью ее размеров по толщине.

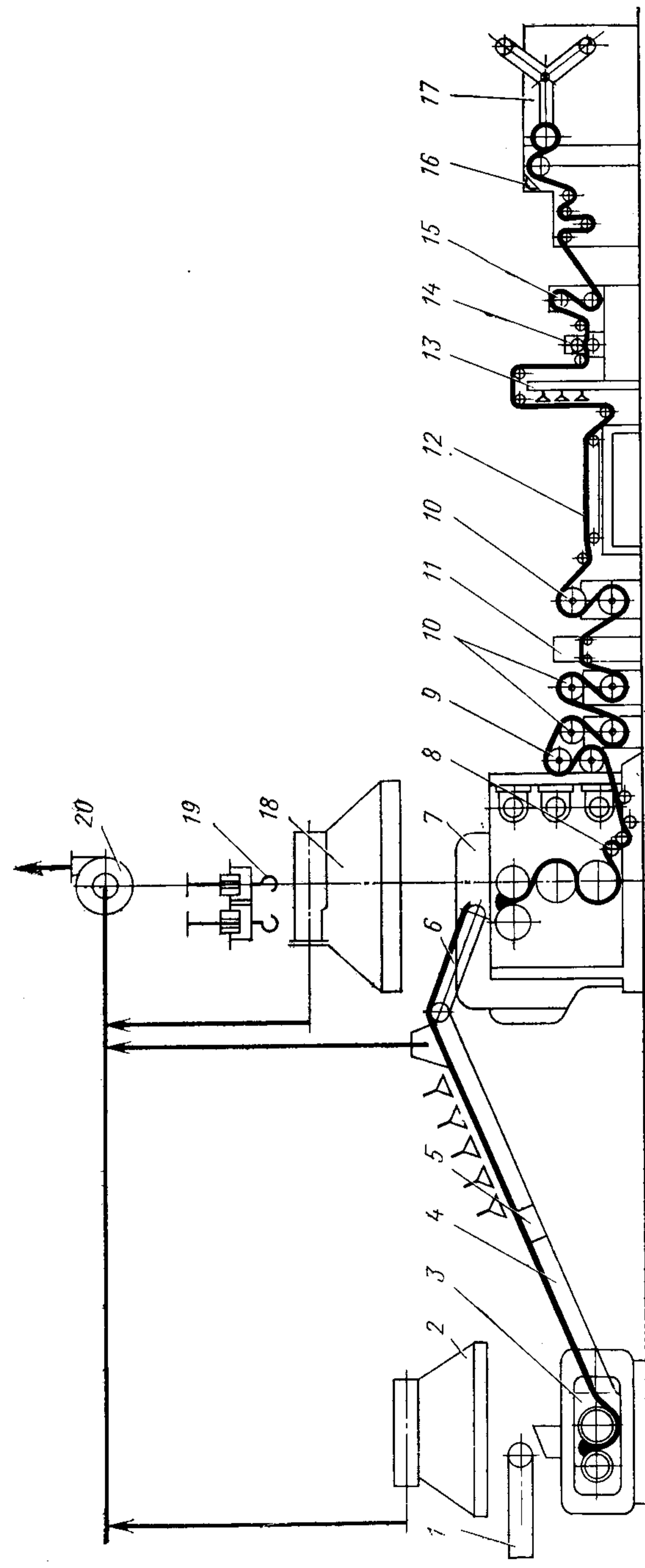


Рис. VIII.2. Принципиальная технологическая схема производства пленок ПВХ методом каландрования:

1 — транспортер для подачи пластицированной массы; 2, 18 — зонты местного отсоса; 3 — вальцы; 4 — транспортер с подогревом массы; 5 — прибор для обнаружения металлических частиц; 6 — загрузочное устройство; 7 — каландр; 8 — оттягивающее устройство; 9 — тиснильное устройство; 10 — охлаждающее устройство; 11 — прибор замера толщины пленки; 12 — устройство для обрезки краев пленки; 13 — устройство для просвечивания пленки; 14 — механизм для продольной резки; 15 — подающее устройство; 16 — устройство для снятия статического электричества; 17 — наматывающее устройство; 18 — вытяжная вентилятор.

С последнего вала каландра пленка поступает в оттягивающее устройство 8, которое обеспечивает сьем и вытяжку пленки. Расстояние первого вала оттягивающего устройства от вала IV каландра регулируется. Это расстояние при запуске и заправке пленки отличается от того же расстояния при нормальной работе.

При необходимости получения на пленке тисненого рисунка пленка пропускается через тиснильное устройство 9, представляющее собой набор валков и контрвалков. Ввод пленки в тиснильное устройство может быть горизонтальным или вертикальным.

Для фиксации размеров пленка охлаждается на барабанах охлаждающего устройства 10.

Толщина пленки измеряется с помощью изотопного прибора 11, движущегося возвратно-поступательно в поперечном направлении по всей ширине пленки.

Неровные края пленки обрезаются при помощи устройства с роликовыми ножами и направляются для повторной переработки в вальцы или каландр.

При необходимости готовая пленка просвечивается на устройстве 13 и разрезается на продольные полосы при помощи механизма продольной резки 14. Готовая пленка подающим устройством транспортируется к намоточному устройству 17, перед которым устанавливается устройство для снятия статического электричества 16. Применяются намотчики перекидные с несколькими местами для намотки, обеспечивающие смену рулонов в процессе каландрования.

Обогрев валков каландра осуществляется перегретой водой с температурой 200—220 °С, подготавливаемой в тепловой станции, входящей в состав комплектной каландровой линии. Применяются тепловые станции двух типов:

— подготовка воды при потреблении насыщенного пара давлением 20—25 ати;

— подготовка воды при потреблении пара 13—16 ати с доведением температуры воды до требуемых параметров за счет электроподогрева.

Тепловые станции располагаются в отдельных помещениях в непосредственной близости к каландровой линии. Для размещения тепловой станции требуется помещение 6×(12—15) м, как правило, заглубляемое до отметки — 2 м.

Производительность каландровой линии определяется техническими характеристиками оборудования, а также типом выпускаемых пленок (мягкая, жесткая, полужесткая), толщиной и рецептурным составом пленки.

При производстве мягких поливинилхлоридных пленок на четырехвалковых Г-образных каландрах может быть достигнута производительность (при ширине пленки 1600 мм и плотности 1,36 г/см³), указанная в табл. VIII.9.

Таблица VIII.9. Производительность четырехвалкового каландра при изготовлении пленки различной толщины

Толщина пленки, мм	Масса 1 м ² , кг	Масса 1 пог. м (ширина 1600 мм), кг	Скорость намотки, м/мин	Производительность, кг/ч
0,08	0,108	0,173	50—60	520—620
0,10	0,136	0,218	45—55	590—720
0,20	0,272	0,435	35—40	910—1000
0,30	0,408	0,653	25—30	950—1100
0,40	0,544	0,870	25—30	1300—1550
0,50	0,680	1,088	24	1550
0,60	0,816	1,306	20	1550

Таблица VIII.10. Производительность четырехвалкового Г-образного каландра при изготовлении жесткой пленки разной толщины

Толщина пленки, мм	Ширина пленки, мм	Производительность	
		м ³ /ч	кг/ч
0,1	1250	1800—2000	250—280
0,4	1250	1500—1700	820—920
1,0	1000	800—900	1100—1200

При производстве жестких пленок на четырехвалковом Г-образном каландре можно ориентироваться на значения производительности, указанные в табл. VIII.10.

Расчет энергоресурсов при каландровании можно производить, исходя из следующих данных по расходу на выпуск 1 т пленки из ПВХ (приводятся расходы только на технологические нужды):

Пар 22 ати	0,2—0,4 т
Пар 16 ати	0,07—0,11 т
Пар 3—6 ати	0,13—0,15 т
Электроэнергия	1,8—1,9 тыс. кВт·ч
Сжатый воздух	500—700 м ³
Вода захлажденная (t=10—12 °С)	72 м ³
Вода оборотная	75—80 м ³

Таблица VIII.11. Техническая характеристика каландровой линии*

Наименование оборудования	Диаметр валков, мм	Рабочая длина, мм	Обогрев валков	Мощность главного привода, кВт	Габариты, мм	Масса, т
Вальцы РН 550×1500	550	1500	Пар насыщенный (p=16 ати)	55	5800× ×2000×3700	27,6
Каландр ККЕ-4 710×1800	710	1800	Перегретая вода (200—220 °С)	—	7900×5550× ×4520	110

* Габариты линии — 29500×8500×4520 мм.

В табл. VIII.11 приводится техническая характеристика каландровой линии для производства жесткой пленки из ПВХ. Изготовитель и поставщик каландровой линии — Германская Демократическая Республика.

Конфекционирование

Пленка из ПВХ как жесткая, так и мягкая после ее изготовления или в процессе изготовления подвергается обработке для придания ей товарного вида в зависимости от требований к готовой продукции. К методам обработки относятся:

- тиснение пленки (как на каландре, так и на специальных машинах);
- нанесение печати (как правило, глубокая печать);
- резка пленок на требуемые размеры.

Контроль

Для обеспечения выпуска продукции с показателями, соответствующими требованиям ГОСТ и ТУ, пленка подвергается контролю.

Обеспечение выпуска пленки с требуемыми по толщине размерами обеспечивается включением в состав каландровой линии приборов с изотопами. В лабораториях ОТК должен выполняться контроль готовой продукции в соответствии с требованиями технических условий (морозостойкость, грибоустойчивость, соответствие эталону цвета, физико-механические свойства).

Упаковка и хранение готовой продукции

Пленка ПВХ наматывается в рулоны. Ширина пленки в рулоне: мягкой — до 1600 мм; жесткой — до 1250 мм.

Рулоны пленки взвешиваются, упаковываются в бумагу и снабжаются этикеткой. Рулоны пленки могут также упаковываться в обрешетку. В случае отправки пленки в контейнерах пленка отправляется на склад готовой продукции в рулонах. Хранение может осуществляться в стеллажных складах со штабелерами (при хранении в обрешетке) или в автоматизированных складах. В обоих случаях работа складов должна программироваться как по подаче пленки на склад, так и по выдаче ее со склада (автоматический поиск, выем и установка рулонов пленки).

Переработка отходов

При производстве пленки на всех стадиях процесса образуются возвратные и безвозвратные отходы. Безвозвратные отходы образуются в виде паров мономеров, пластификаторов,

влаги, потерь пыли при пневмотранспорте, растаривании, пригаров и т. д. Возвратные отходы образуются при каландровании и конфекционировании.

Количество отходов устанавливается для каждого типа пленки и ее рецептурного состава. Ниже приводятся данные о примерном количестве возвратных и безвозвратных отходов (в %):

Безвозвратные отходы	
подготовка композиции	0,3—0,4
каландрирование пленок	2,2—2,5
конфекционирование	0,3—0,4
Возвратные отходы	
каландрирование	9—10
конфекционирование	8—9

Возвратные отходы в виде обрезков боковых полос возвращаются непосредственно в процесс (в вальцы или каландр). Вторая часть возвратных отходов (пленка, не соответствующая требованиям ТУ, отходы в процессе запуска и т. д.) должна быть переработана в отдельном помещении и в виде дробленки или гранул может быть направлена в дальнейший процесс переработки (если это допускается техническими условиями на готовую продукцию).

Для переработки возвратных отходов рекомендуется использовать ножевые дробилки. В целях обеспечения необходимого качества дробления целесообразно производить охлаждение ножей (водяное или воздушное).

Характеристики дробилок приведены в гл. V.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ИЗ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ТЕРМОПЛАСТОВ

Производство пленок из гранулированных полимерных материалов (полиэтилен, полипропилен, полистирол и т. д.) как в СССР, так и в других странах осуществляется в основном методом экструзии — экструзия через кольцевую головку рукава с последующим его пневматическим растяжением или экструзия через плоско-щелевую головку.

Полиолефины и полистирол выпускаются в гранулах размером 2—5 мм. Полиэтилен выпускается без добавок (базовые марки и композиции на их основе со стабилизаторами, красителями и т. д.).

При использовании в качестве сырья для производства пленок гранулированных термопластов не рекомендуется создавать специальные отделения подготовки сырья.

Ниже приводится описание технологической схемы производства полиэтиленовой пленки (рис. VIII.3).

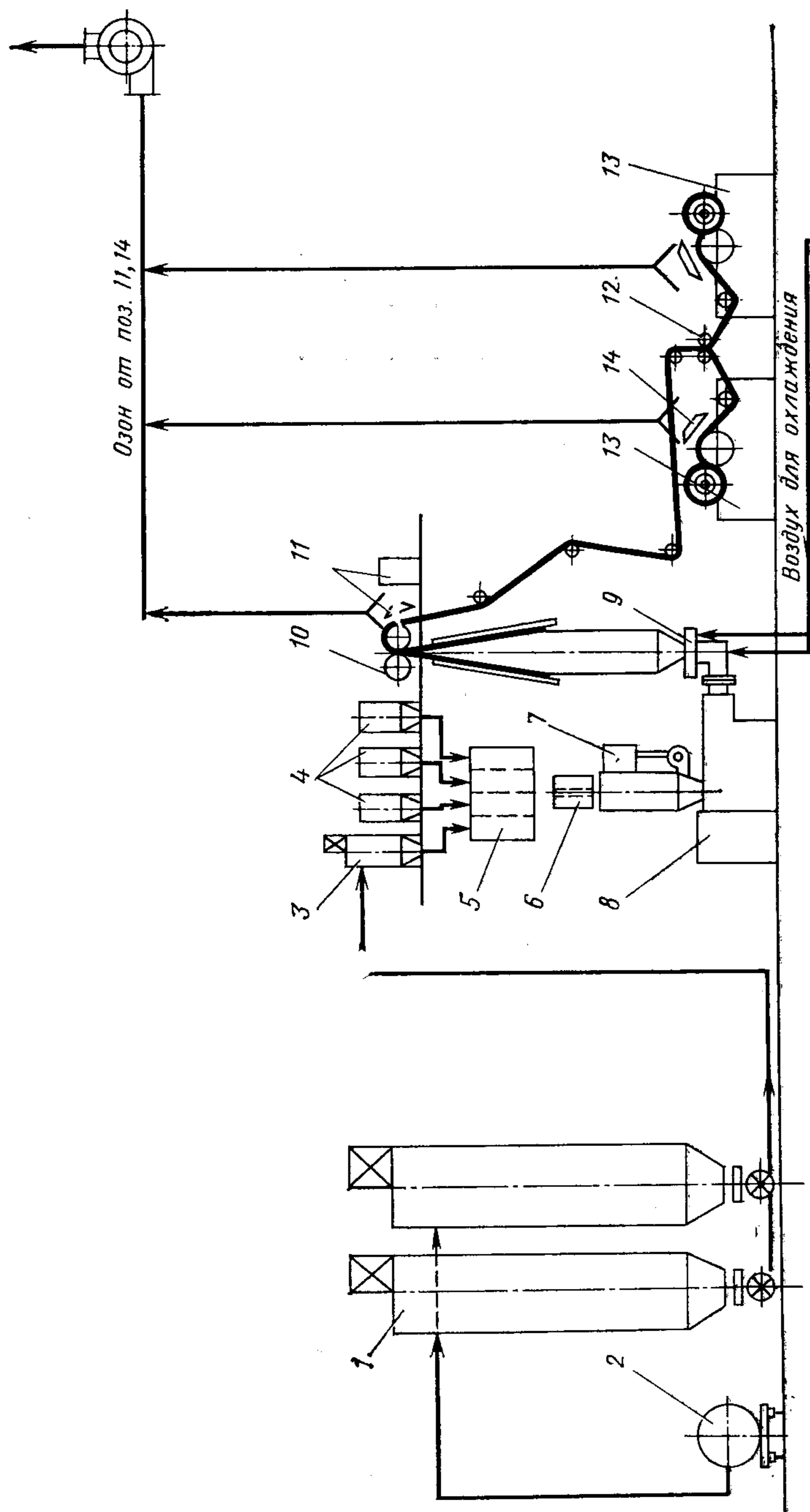


Рис. VIII.3. Принципиальная технологическая схема производства полиэтиленовой пленки:

1 — емкости для хранения сырья; 2 — цистерна; 3 — промежуточные емкости для добавок; 4 — промежуточные емкости для полиэтлена; 5 — устройство для дозирования четырех компонентов; 6 — прибор для обнаружения металлических частиц; 7 — устройство для подогрева и подогрева гранул; 8 — экструдер; 9 — головка; 10 — приемно-тянущее устройство; 11 — прибор для активации поверхности пленки; 12 — режущее устройство; 13 — намоточные устройства; 14 — устройство для снятия статического электричества.

Гранулированный материал из складских емкостей 1 централизованным пневмотранспортом подается в промежуточные емкости 3 объемом 3—5 м³, устанавливаемые на технологических площадках над бункерами экструзионных агрегатов в отделениях экструзии.

Применяются различные системы контроля и управления системами пневмотранспорта, в том числе:

- подача сырья по показаниям верхнего и нижнего уровней в емкости (подача материала начинается при достижении запасом сырья в емкости нижнего уровня и прекращается при достижении верхнего уровня);

- подача сырья в течение определенного времени;

- подача сырья в течение определенного времени и через определенные промежутки времени.

Величина единовременной подачи, а также промежутки времени, через которые происходит подача сырья, устанавливаются в зависимости от производительности оборудования.

Для ввода в исходное сырье добавок (термостабилизаторов, красителей, сырья, полученного при переработке технологических отходов) необходимо на этой же площадке предусматривать промежуточные емкости 4 объемом 0,5—2,0 м³.

Подача добавок в эти емкости предусматривается пневмотранспортом от растарочной установки небольшой производительности.

Правильное соотношение основного сырья и добавок обеспечивается за счет применения многокомпонентных дозаторов, представляющих собой систему камер различного объема. Наполнение и освобождение камер многокомпонентного дозатора происходит в определенной последовательности.

Между многокомпонентным дозирующим устройством и последующими узлами экструзионной линии необходимо помещать прибор для обнаружения металлических частиц 6. При наличии металлических частиц происходит отклонение транспортирующей трубы прибора, и сырье направляется в специальную тару для некондиционных материалов. Следующие порции сырья при отсутствии в них металлических частиц транспортируются через указанный прибор к устройству для подогрева сырья 7.

В экструзионной линии предусматривается устройство для подогрева и подсушки гранул. Существует несколько схем включения этого устройства в линию:

- над бункером экструдера устанавливается специальная емкость с вентилятором и электроподогревателем воздуха;

- бункер экструдера делается увеличенного размера (объемом 0,5—1,0 м³) и к нему монтируется вентилятор и электроподогреватель воздуха;

- система подогрева и подачи воздуха устанавливается автономно; подогрев сырья осуществляется в специальной емкости и в бункере экструдера.

Устройство обеспечивает подогрев воздуха до 80—100 °С, а гранул полимерного материала — до 60 °С. Подогретый материал поступает в загрузочную зону экструдера 8. Для получения качественной продукции необходимо обеспечение следующих условий подачи гранул:

— охлаждение загрузочной зоны водой с постоянными параметрами, что обеспечивает вход в экструдер гранул с постоянными параметрами;

— поддержание постоянной высоты столба материала над загрузочной зоной экструдера, для чего либо предусматривается непрерывная равномерная подача сырья, либо устанавливается емкость над бункером экструдера.

Сырье захватывается червяком экструдера и транспортируется в результате его вращения.

В процессе движения вдоль цилиндра материал уплотняется, расплавляется, пластицируется и гомогенизируется. Необходимое тепло обеспечивается за счет электронагрева и механической энергии вращения червяка.

Расплавленный и гомогенизированный материал продавливается через фильтрующий пакет, за счет чего обеспечивается очистка расплава от загрязнений. Фильтрующий пакет обычно представляет собой решетку и набор сеток.

Непрерывность технологического процесса производства пленок обуславливает необходимость применения таких систем, которые обеспечивают фильтрацию расплава и смену фильтровального пакета без остановки агрегата. Наибольшее распространение имеют системы с двухпозиционным расположением сеток и гидравлической системой их смены.

После фильтрации расплав подается в кольцевую головку 9, откуда через кольцевой зазор выдавливается в виде рукава.

Рукав пленки раздувается подаваемым внутрь воздухом. Степень раздува регулируется в зависимости от принятого диаметра дюзы головки, требуемой ширины рукава и толщиной пленки. Рукав пленки имеет форму усеченного конуса на расстоянии от выхода из головки до цилиндрической части. Далее идет цилиндрическая часть, переходящая постепенно в сложенный плоский рукав. Складывание рукава осуществляется специальными складывающими щетками.

Сложенный рукав попадает в валки приемо-тянущего устройства 10, которое оттягивает пленку с определенной скоростью, обеспечивая отбор пленки и ее продольную вытяжку.

Таким образом, пленка, получаемая методом экструзии рукава с последующим раздувом, имеет двухосную ориентацию: поперечную за счет раздува рукава воздухом и продольную за счет вытяжки приемо-тянущим устройством.

Наиболее эффективное охлаждение пленки на участке от головки до приемо-тянущего устройства достигается регламентированной (расчетной) подачей воздуха ($t = 12—15$ °С) как на наружную поверхность, так и внутрь рукава, что обеспе-

чивает увеличение производительности оборудования (на 60—120%) по сравнению с распространенным в настоящее время охлаждением рукава пленки только снаружи.

После приемо-тянущего устройства пленка по направляющим роликам направляется к режущему 12 и намоточному 13 устройствам. Предварительно полиэтиленовая пленка при помощи устройства 11 подвергается специальной обработке с помощью коронного разряда (токи высокой частоты и высокого напряжения). Обработанная таким образом пленка имеет значительно большую адгезию к красителям при последующем нанесении печати. В процессе обработки коронным разрядом происходит выделение озона в количествах, превышающих предварительно допустимую концентрацию. В связи с этим необходимо предусматривать местные отсосы для удаления выделяющегося озона.

Перед намоточным устройством необходимо устанавливать устройство для снятия статического электричества 14.

Наиболее предпочтительны ионизирующие устройства, обеспечивающие переток зарядов статического электричества с поверхности пленки. Образующийся при этом озон необходимо при помощи системы вентиляции удалять от мест его образования.

В случае потребности в пленке в виде полотна рукав разрезается перед намоточным устройством.

Необходимо предусматривать автоматическую смену рулонов, для чего в состав намоточного устройства вводится магазин для шпуль, а также приспособление для установки рулона пленки на стол или тележку.

Взвешивание рулонов и установка бирки может выполняться непосредственно у пленочного агрегата или при передаче на склад готовой продукции.

В целях обеспечения равнозначных качественных показателей пленки по ширине, а также улучшения качества намотки в агрегатах предусматриваются различные способы выравнивания разнотолщинности по ширине пленки, в том числе реверсивное вращение экструдера вокруг своей оси (экструдер вертикальный) и реверсивное вращение приемо-тянущего устройства вокруг оси рукава пленки.

Для автоматизированных производств необходимо предусматривать в составе линии приборы для измерения толщины пленки в процессе экструзии.

В табл. VIII.12 приводятся технические характеристики оборудования для производства полиэтиленовых пленок методом экструзии рукава с последующим раздувом; комплектность линий приводится в табл. VIII.13.

Производительность линий и агрегатов для производства полиэтиленовых пленок определяется техническими характеристиками оборудования, типом выпускаемых пленок, а также перерабатываемым материалом (табл. VIII.14).

Таблица VIII.12. Технические характеристики оборудования для производства полиэтиленовых пленок

Наименование	Тип, марка	Диаметр червяка экструдера, мм	Отношение длины червяка к диаметру (L/D)	Характеристика пленок		Глубина фальцовки пленки, мм	Установленная мощность, кВт		Габариты (L×B×H), мм	Масса, кг	Скорость намотки (механическая), м/мин
				толщина, мм	ширина сложенного рукава, мм		электро-двигателей	электро-нагревателей			
Линия для производства рукавной пленки	ЛРП-45-700М (инд. 591799)	45	25	0,02—0,15	200—700	80	67,0	7,2	5000×4500×4500	6370	До 60
Линия для производства рукавной пленки	ЛРП-63-1000М (инд. 591819)	63	30	0,02—0,20	300—1000	80	64,9	27,7	7000×3500×5600	8765	До 80
Агрегат для производства рукавной пленки	УРП-1500-2	90	20	0,03—0,20	1000—1500	—	59,6	—	7000×3500×5000	4475	3—28
Линия для производства рукавной пленки	ЛРП-160-3000 (инд. 591093)	160	20	0,08—0,25	2000—3000	—	166,2	92,9	11000×5500×9340	32617	2—20
Линия для производства рукавной пленки	ЛРП-160-3000М (инд. 591895)	160	25	0,08—0,25	При фальцовке — 2000, при складывании пополам — 1500	500	229,3	98,5	13000×7100×9070	33250	3—30
Линия для производства рукавной пленки	ЛРП-250-6000 (инд. 591815)	250	30	0,1—0,3	При складывании пополам — 3000	—	607,9	377,7	21000×17700×19000	140000	2,5—50
Комплект оборудования для производства термоусадочной пленки	На базе ЛРП-160-3000 (инд. 598631)	160	20	0,1—0,2	2000—2800	500	167,3	112,7	11100×5500×9840	32000	—
Линия для производства двухслойной (ПЭ—ПЭ) рукавной пленки	ЛРП-63/63-1000 (инд. 591849)	63	25	0,09	650—1000	—	98,8	42,2	7000×5100×5830	16400	3—30

Таблица VIII.13. Комплектование линий и агрегатов устройствами и узлами*

Комплектуемые узлы, агрегаты	Тип, марка линии (агрегата)								
	ЛРП-45-700М (инд. 591799)	ЛРП-63-1000М (инд. 591819)	УРП-1500-2	УРП-1500-3	ЛРП-160-3000 (инд. 591093)	ЛРП-160-3000М (инд. 591895)	ЛРП-250-6000 (инд. 591815)	Агрегат на базе ЛРП-160-3000 (инд. 598631)	ЛРП-63/63-1000 (инд. 591849)
Многокомпонентный дозатор	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Прибор поиска металлических частиц	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Устройство для подогрева и подсушки гранул	—	—	+	+	—	+	—	—	—
Экструдер	4П145×25	4П163×30	90×20	90×25	4П160×20	4П160×25	4П250×30	4П160×20	4П163×25
Головка	КС	КС	КС	КС	КС	КС	КС	КС	КС
Система внутреннего охлаждения рукава	—	+	—	—	—	+	+	—	—
Приемно-тянущее устройство	СНР	СНР	СНР	СНР	СНР	СНР	СНР	СНР	СНР
Обработка пленки (активация)	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Устройство для снятия статического электричества	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Намоточное устройство	ДП	ДП	ДП	ДП	ДП	ОП	ОП	ОП	ДП
Устройство для автоматической установки шпуль и снятия рулона	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Датчики контроля толщины и ширины пленки	—	+	—	—	—	+	+	—	+
Устройство для фальцовки рукава	+	+	—	+	—	+	+	+	—

* Условные обозначения: знак «+» означает, что данное устройство или узел имеется в составе линии, «—» — отсутствует; «КС» — кольцевая стационарная; «СНР» — стационарное не реверсивное; «ДП» — двухпозиционное; «ОП» — однопозиционное.

Таблица VIII.14. Производительность оборудования для производства пленок из ПЭНП методом экструзии с раздувом*

Тип, марка оборудования	Характеристики пленки		Производительность, кг/ч
	толщина, мм	ширина рукава, мм	
ЛРП-45-700М	0,02	700	45
		600	40
		500	38—40
		350	30
		200	25
	0,15	700	65
		600	55
		500	45—50
		350	32—35
		200	30
ЛРП-63-1000М	0,02—0,2	1000	До 120
УРП-1500-2	0,03—0,2	1500	100
УРП-1500-3	0,025	1500	100
	0,10	1500	140
	0,15	1500	150
	0,25	1500	160
	ЛРП-160-3000	0,08—0,20	3000
ЛРП-160-3000М	0,08—0,12	3000	350—450
	0,12—0,18	3000	500—550
	0,18—0,25	3000	450—500
	0,10	6000	800
ЛРП-250-6000	0,20	6000	1000
	0,30	6000	1200
	0,08—0,2	3000	200—300
Агрегат на базе ЛРП-160-3000**			
ЛРП-63/63-1000	0,09	1000	100

* Составлена по паспортным данным оборудования.

** Для производства термоусадочной пленки.

Температура переработки зависит от типа полиэтилена и типа оборудования для производства пленки. Режимы определяются регламентами на производство.

Упаковка готовой продукции

Упаковку полиэтиленовой пленки производят в соответствии с ГОСТ 10354—73.

Пленка в рулонах обертывается в бумагу и некондиционную пленку. Рулоны пленки пакетируются на поддонах или без поддонов с помощью термоусадочной пленки.

Переработка отходов

В процессе производства полиэтиленовых пленок на различных стадиях получают возвратные и безвозвратные отходы.

Ниже приводятся коэффициенты безвозвратных потерь и отходов, а также расходный коэффициент:

Безвозвратные потери	
летучие продукты при экструзии ($K_{бу}$)	0,001
смена сеток, чистка головки ($K_{бг}$)	0,0015
подготовка отходов ($K_{бпо}$)	0,0005
расход на упаковку ($K_{пу}$)	0,003
всего ($K_{бл}$)	0,006
Безвозвратные отходы ($K_{бо}$)	0,002
Расходный коэффициент (K_p)	1,008

При производстве тонких пленок (0,010—0,015 м) расходный коэффициент может составлять 1,20—1,25. Увеличение расходного коэффициента вызвано тем, что возвратные отходы не используются в производстве тонких пленок, а кроме того, часть продукции может не соответствовать требованиям, предъявляемым к ее качеству.

Для переработки возвратных отходов применяется агрегат ЛГТБ, техническая характеристика которого приведена в гл. V.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК ДРУГИМИ МЕТОДАМИ

Кроме основных методов получения полимерных пленок (экструзии и каландрования) имеется ряд специальных методов. К ним относятся полив раствора (дисперсии) полимера или форполимера на полированную металлическую или другие поверхности, строгание заготовок, прессование. В данной книге описание этих схем приводится в сокращенном виде, и при проектировании необходимо пользоваться регламентами и специальной литературой.

Поливом получают пленки на основе целлюлозы и ее производных, полиамидов, поликарбонатов, поливинилового спирта и т. д. Технологическая схема включает следующие операции: приготовление раствора полимера, полив раствора полимера на гладкую полированную поверхность (бесконечная металлическая лента или барабан), отделение растворителя от полимера.

Метод получения пленок поливом имеет ограниченное применение из-за сложности технологического процесса, малого выхода готовой продукции, повышенной взрыво- и пожароопасности производства, но до сих пор используется для выпуска специальных видов пленок. Часто полимерные пленки подвергают термической обработке и одноосной или двухосной ориентации для улучшения физико-механических характеристик и снятия внутренних напряжений.

Производство конденсаторной поликарбонатной пленки мощностью 5 т/год методом полива складывается из следующих операций: приготовление раствора поликарбоната; форми-

рование пленки; досушка пленки; продольная ориентация пленки; регенерация растворителей; переработка отходов.

Режим работы — непрерывный, выход готовой продукции составляет 15% от исходного количества поликарбоната. В качестве растворителя применяется метилхлорид с толуолом.

Из других способов получения полимерных пленок нужно выделить строжку. Строжкой заготовок производят полимерные пленки из политетрафторэтилена. Технологический процесс состоит из следующих стадий: просев и подготовка порошка политетрафторэтилена, прессование на гидравлическом прессе или в изостатическом резиновом мешке трубчатой заготовки, термообработка заготовки (спекание), строгание заготовки на станках, прокатка пленки, резка по номинальным размерам, упаковка, переработка отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагалаев Г. В., Виноградов В. М., Комаров Г. В. Основы технологии изделий из пластмасс. М., МИТХТ, 1974. 733 с.

Глава IX

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ И СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Методом экструзии термопластичных материалов получают большую часть листовой продукции. Наряду с экструзионным методом производство листов из термопластов может осуществляться методом каландрования (листы толщиной < 2 мм из непластифицированного ПВХ). Методом прессования могут быть также получены листовые материалы на основе термоактивных пластмасс, которыми предварительно пропитывается бумага или ткань.

В табл. IX.1 приводятся данные по выбору метода производства полимерных листов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ МЕТОДОМ ЭКСТРУЗИИ ЧЕРЕЗ ПЛОСКОЩЕЛЕВУЮ ГОЛОВКУ

Методом экструзии через плоскощелевую головку получают листы из термопластов: полистирола, полиэтилена высокой и низкой плотности, полипропилена, поликарбоната и т. д.

Таблица IX.1. Выбор метода производства листов из термопластов и реактопластов*

Полимер	Экструзия через плоскощелевую головку	Каландрование	Прессование	Полимер	Экструзия через плоскощелевую головку	Каландрование	Прессование
Полиэтилен**	+	—	+	Поликарбонат**	+	—	+
Полипропилен**	+	—	+	АБС+ПВХ	+	+	+
Поливинилхлорид непластифицированный	+	+	+	Фенольные смолы***	—	—	+
				Карбамидные смолы***	—	—	+

* Знаком «+» отмечены применяемые, знаком «—» — не применяемые методы переработки.

** Прессованием получают листы повышенной толщины после экструзии или каландрования.

*** Прессованию подвергаются листовые заготовки — пропитанные смолами бумага, ткань, шпон и т. д.

Термопласты, применяемые для получения листов, выпускаются в виде гранул, в которые на заводах-изготовителях сырья при необходимости добавляются стабилизаторы, пигменты и т. д.

Технологическая схема получения листов методом экструзии (рис. IX.1) в части подготовки и подачи сырья к формующему агрегату мало отличается от схем получения литьевых изделий (см. гл. V) и полиэтиленовых пленок (см. гл. VIII), поэтому описаны будут только специфические стадии процесса.

Формование листовой заготовки через плоскощелевую головку

Термопласт поступает в экструдер листовального агрегата 6/1, пройдя предварительно установку подсушки гранул 5 (см. гл. VIII). Материальный цилиндр экструдера, щелевая головка 6/2, валки сглаживающего каландра 6/3 имеют несколько зон обогрева.

Червяк экструдера захватывает материал; в процессе движения материала вдоль цилиндра происходит смешение, гомогенизация и пластикация расплава, а затем его выдавливание через фильтрующие сетки в щелевую головку, предназначенную для формования полотна заданной ширины и толщины. Выходящее из щелевой головки полотно, пройдя глянцеуемое устройство, попадает на валки сглаживающего каландра. В зависимости от поверхности последнего валка лист может иметь тисненную или полированную поверхность. После трехвалкового каландра полотно поступает на наклонный рольганг 6/4 для окончательного охлаждения и далее с помощью тянущего устройства 6/5 подается на обрезку кромок (устройство 6/6)

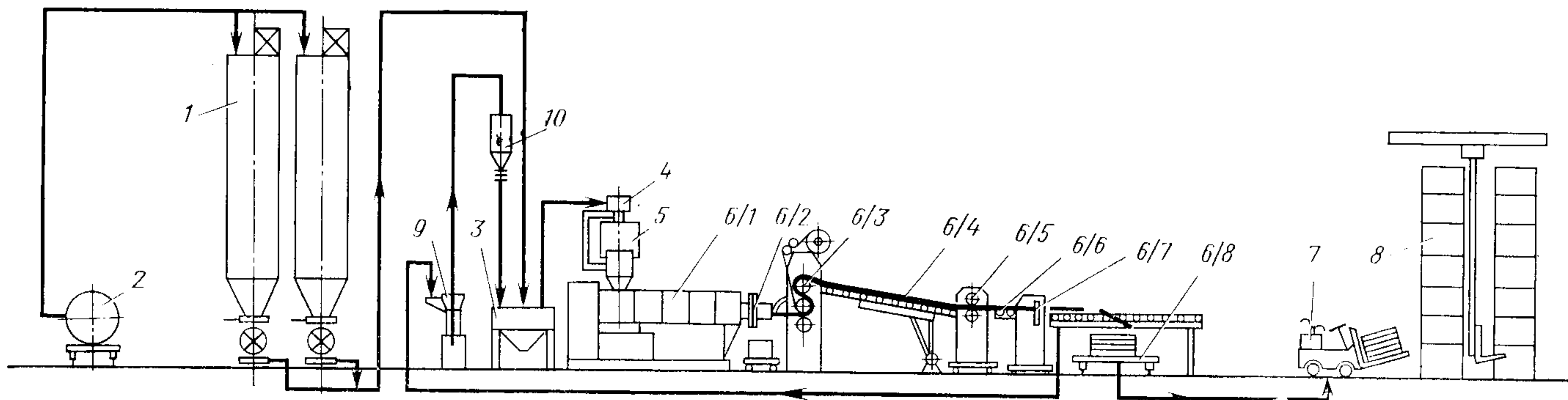


Рис. IX.1. Принципиальная технологическая схема получения листов из термопластов методом экструзии через плоскощелевую головку:

1 — емкости для хранения сырья; 2 — цистерна; 3 — промежуточная цеховая емкость; 4 — прибор для обнаружения металлических частиц; 5 — установка подогрева гранул; 6 — листовальный агрегат; 7 — электропогрузчик; 8 — склад-штабелер; 9 — дробилка для отходов; 10 — бункер для измельченных отходов.

Т а б л и ц а IX.2. Технические характеристики оборудования для производства листов из термопластов*

Наименование	Тип, марка	Размеры листов, мм		Установленная мощность, кВт	Габариты (L×B×H), мм	Масса, кг
		толщина	ширина			
Агрегат для производства листов из ударопрочного полистирола	АЛ-1500	0,6—6	1500	260	18000×5400×3780	27263
То же	АЛ-1500-2	1—10	1100—1450	360	17500×5500×3780	25000
Линия для производства двухслойных двухцветных листов из ударопрочного полистирола и АБС	АЛ-90-50-1000 (инд. 591829)	2—16	800—1080	334	19050×6700×2865	25500
Линия для производства листов из непластифицированного порошкообразного ПВХ	АЛ-125-1500 (инд. 591872)	1—12	1500	248	23570×6000×2750	43700
Агрегат для производства листов из гранулированного ударопрочного полистирола, пластифицированного ПВХ	АЛ-20-150 (инд. 591679-0)	0,4—2,0	150	14,5	3320×2700×2035	1820
Линия для производства листов из поликарбоната	Инд. 591809	0,5—5,0	800	170	15460×4000×9320	18500
Линия для производства рулонных материалов из ударопрочного полистирола	АРМ-90-1000 (инд. 591709-0)	0,4—1,4	1000	125	7350×4000×3620	10758

* По данным каталога.

Таблица IX.3. Параметры процесса переработки гранулированных термопластов

Термопласт	Температура экструзии, °С	Температура валков каландра, °С	Температура листа, °С
Ударопрочный полистирол	180—230	60—85	30—40
Поливинилхлорид+АБС	120—140	50—60	30—40
Полиэтилен высокой плотности	140—160	60—70	30—40
Полипропилен	180—250	60—85	30—40
Поликарбонат	320—350	120—130	40—50

и на поперечные ножницы 6/7 для резки на листы заданной длины. В зазор валков тянущего устройства по лицевой стороне полотна из рулона подается прокладочная бумага марки «А» с помощью специального устройства для прокладки листов. Отрезанные на поперечных ножницах листы укладываются листоукладчиком в стопу на поддоне 6/8, предварительно установленном на специальной платформе, движущейся по направляющим в направлении, перпендикулярном оси листовального агрегата.

После набора заданного количества листов в стопе последняя при помощи автопогрузчика 7 или специального манипулятора подается на разбраковку, взвешивание и упаковку.

Основные характеристики экструзионных агрегатов для получения листов приведены в табл. IX.2.

Отходы, образующиеся при обрезке кромок (2—3%), после дробления при помощи пневмотранспорта возвращаются в загрузочный бункер листовального агрегата.

Для автоматизированных производств необходимо предусматривать в составе линии приборы для измерения толщины листа в процессе экструзии. Параметры процесса переработки гранулированных термопластов в листы зависят от типа термопласта (табл. IX.3) [2].

Производительность листовальных агрегатов зависит от ассортимента листов (ширина и толщина) и применяемого термопласта (табл. IX.4).

Таблица IX.4. Производительность листовальных агрегатов

Наименование термопласта	Тип агрегата	Производительность, кг/ч
Ударопрочный полистирол	АЛ-1500	220
Полиэтилен высокой плотности	То же	200
Полипропилен	»	200
Поликарбонат	Инд. 591809	50

Упаковка готовой продукции

Листы после разбраковки взвешиваются на циферблатных весах с точностью до $\pm 0,5$ кг. Их складывают по типоразмерам в пакеты общей массой не более 500 кг, обертывают бумагой (ГОСТ 8273—75); пакеты укладывают в стопу на поддон и закрепляют стальной или полипропиленовой лентой.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВ ИЗ ТЕРМОПЛАСТОВ МЕТОДАМИ КАЛАНДРОВАНИЯ И ПРЕССОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА СЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ

Методом каландрования могут быть получены листы из непластифицированного ПВХ толщиной до 2 мм. Дальнейшее увеличение толщины достигается дублированием на специальной дублировочной машине или прессованием на многоэтажных гидравлических прессах. Технологическая схема получения листов из ПВХ методом каландрования, включая подготовку композиции, аналогична схеме получения этим методом пленок и подробно описана в гл. VIII.

Кроме оборудования, указанного в гл. VIII, при производстве листов предусматривается установка многоэтажных гидравлических прессов, на которых производится запрессовка толстых листов до толщины 50—100 мм. Прессы имеют специальные системы нагрева и охлаждения плит.

Метод прессования является основным для получения слоистых пластиков на основе термореактивных пластмасс [3]. Принципиальная технологическая схема заключается в следующем. Полотно, бумага, ткани или шпон пропитываются связующими на основе фенольных, карбамидных или эпоксидных смол. Пропитанное полотно поступает на многоэтажный гидравлический пресс, где при температуре выше 120 °С идет процесс запрессовки уложенного в несколько слоев пропитанного полотна. Обогрев пресса ведется паром высокого давления или перегретой водой. Таким методом получают листовые полимерные материалы типа «гетинакс», текстолит, стеклотекстолит, декоративные слоистые бумажные пластики и т. д. Более подробно получение слоистых пластиков описано в специальной литературе [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Переработка пластмасс. Сборник переводов/Под ред. Р. В. Торнера. М., Химия, 1964. 404 с.
2. Энциклопедия полимеров. М., Советская энциклопедия, 1974. Т. 2, 1032 с.
3. Стеклотекстолиты и другие конструкционные пластики/Под ред. Я. Д. Аврасина. М., Оборонгиз, 1960. 168 с.
4. Шалун Г. Б., Сурженко Е. М. Слоистые пластики. Л., Химия, 1978. 95 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Производство труб так же, как пленок и листов, относится к непрерывным процессам.

В настоящее время основным методом производства труб является экструзия [1, с. 334—343].

Для производства труб используются многие полимерные материалы, в том числе полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, сополимер АБС, полиметилметакрилат, полиамид. Наибольшее применение в производстве труб нашли полиолефины и ПВХ.

Для производства труб используются технологические процессы, обеспечивающие либо полную автоматизацию в пределах технологической линии, либо автоматизацию всего производства.

Ниже описаны основные стадии производства труб.

ПРИЕМ И ХРАНЕНИЕ СЫРЬЯ

Операции приема и хранения сырья в производстве труб аналогичны описанным в гл. VIII.

РАСТАРИВАНИЕ СЫРЬЯ

Эта операция также аналогична описанной в гл. VIII. Учитывая, что в состав композиции ПВХ входят свинцовые стабилизаторы, необходимо обеспечить тщательную герметизацию при растаривании и исключить возможность контакта с растариваемыми продуктами. Эти стабилизаторы (трехосновной сульфат свинца, двухосновной стеарат свинца) относятся к СДЯВ. В связи с этим указанные компоненты должны транспортироваться в отделение подготовки композиции ПВХ в герметичных контейнерах.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ СЫРЬЯ

Входной контроль сырья описан в гл. V.

ПОДГОТОВКА СЫРЬЯ

Подготовка сырья в производстве труб в основном аналогична соответствующей операции в производстве пленок и описана в гл. VIII.

На предприятиях по производству труб из ПВХ необходимо предусматривать отделения по подготовке композиции. Процесс подготовки композиции в производстве труб проектируется, как правило, по «вертикальной» схеме. Здания отделения подготовки композиции на основе ПВХ так же, как и в производстве пленок из ПВХ, имеют высоту 18—20 м. Возможно уменьшение этой высоты при организации процесса по так называемой «ломаной» схеме (окончание отдельных операций процесса на нижней отметке и передача материала на верхнюю отметку для продолжения процесса подготовки композиции).

Подготовка композиции должна организовываться как автоматический процесс, и в каждом случае следует определять целесообразность управления с помощью компьютера.

Принципиальная технологическая схема подготовки композиции на основе ПВХ для производства труб показана на рис. X.1. Эта схема во многом совпадает со схемой подготовки композиции в производстве пленки из ПВХ. Однако в связи с тем, что рецептуры композиций для труб значительно отличаются от рецептур композиций для пленок, схемы имеют и принципиальные отличия.

В рецептурах композиций для труб из ПВХ нет пластификаторов. В связи с этим в технологических схемах отсутствуют суспензионные нитки подготовки стабилизирующих добавок.

Составы композиций на основе ПВХ для труб определяются типом и назначением труб, а также конструктивными особенностями применяемого оборудования.

В табл. X.1 приводятся примерные рецептуры композиций для производства труб.

Из складских емкостей ПВХ пневмотранспортом (ПВХ поступает на завод в виде порошка) подается в расходные емкости. Системы транспортирования, оборудование для приема, хранения, дозирования, взвешивания ПВХ аналогичны применяемым в производстве пленок из ПВХ и описаны в гл. VIII.

Стабилизирующие добавки (двухосновный стеарат свинца, трехосновный сульфат свинца, стеарат кальция) подаются в отделение растаривания мелких компонентов в герметичных технологических контейнерах.

Процессы растаривания, дозирования и взвешивания аналогичны соответствующим процессам в производстве пленок из ПВХ (см. гл. VIII). Это же относится к оборудованию, применяемому в этих процессах.

ПВХ после отвешивания на автоматических весах по течке направляется в «горячий» бункер двухстадийного смесителя. Мелкие компоненты (стабилизаторы, наполнители и др.), с

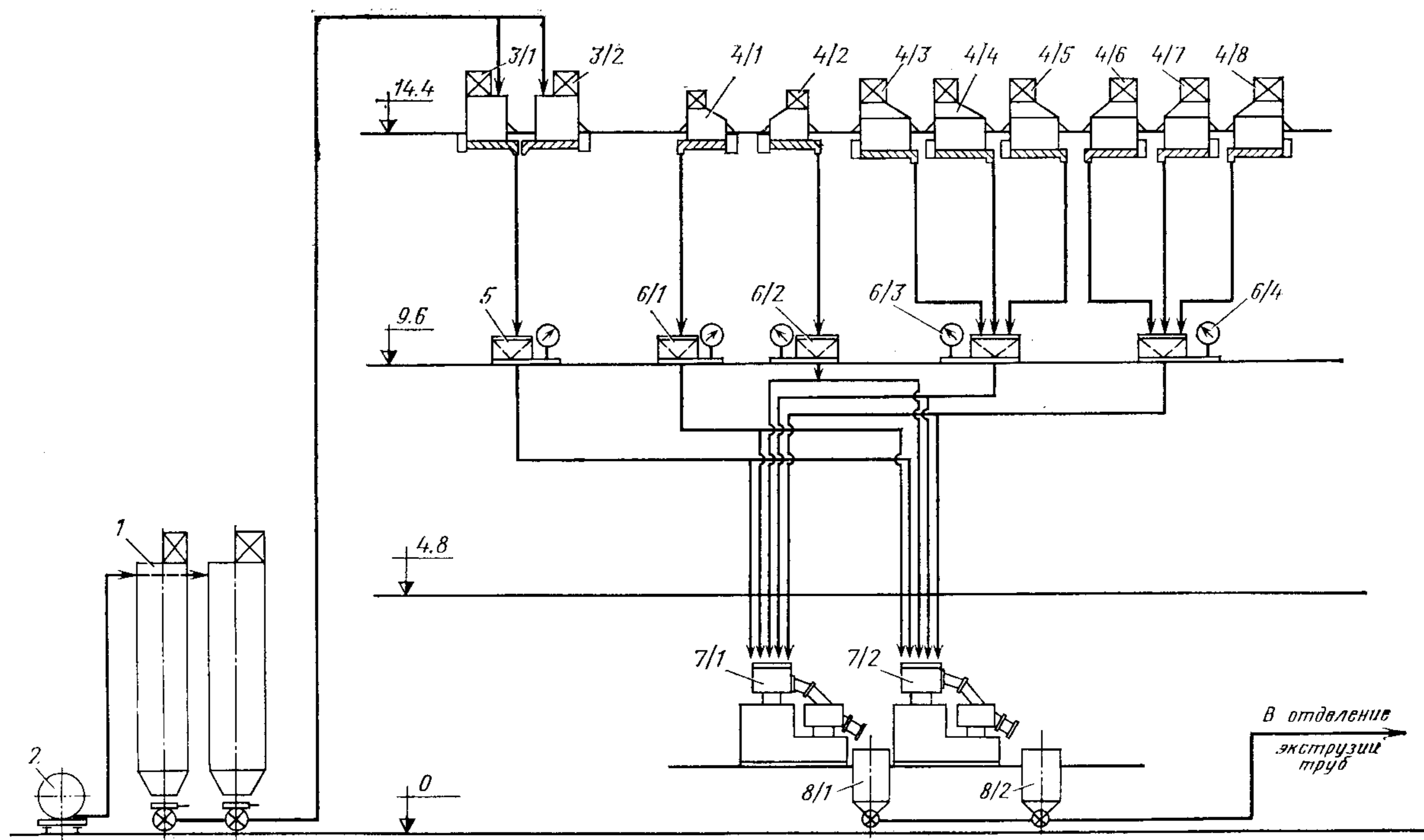


Рис. X.1. Принципиальная технологическая схема подготовки композиций для производства труб из ПВХ:

1 — емкости для хранения сырья; 2 — цистерна; 3 — бункеры для ПВХ; 4 — бункеры для порошкообразных компонентов; 5 — автоматические весы для ПВХ; 6 — автоматические весы для порошкообразных компонентов; 7 — двухстадийный смеситель; 8 — емкость.

Таблица X.1. Композиции ПВХ для производства труб*

Тип труб	Количественные соотношения компонентов в композициях ПВХ (масс. доли)											
	ПВХ		трехосновный сульфат свинца	двухосновный стеарат свинца	стеарат кальция	стеариновая кислота	углеводородный воск	эпоксирированное растительное масло	порофор ЧХЗ-31	АБС-пластик	мел гидрофобный	парафиновый воск (церезин)
	С70	С63М										
Трубы типа ПВХ-100, изготавливаемые с применением линий на базе												
многوشнековых экструдеров	100	—	1,2	1,2	0,4	0,4	0,3	—	—	—	1,0	0,3
конусно-шнековых экструдеров	100	—	0,8	0,8	0,5	0,6	0,4	—	—	—	1,0	0,2
двухшнековых экструдеров	100	—	0,8	1,2	0,3	0,2	0,2	—	—	—	0,5	—
Трубы из композиции, предусмотренной паспортом на линию ЛТМ2-90×20—63/160	100	—	0,8	0,8	0,5	0,4— —0,5	0,3	—	—	—	1,0	—
Трубы из вспененного ПВХ	—	100	1,2	0,6	0,4	0,2	0,2	2,0	0,25	5,0	3,0	0,3

* Состав композиций приведен условно. Окончательная рецептура определяется регламентом на производство труб.

автоматических весов также направляются в «горячий» бункер двухстадийного смесителя.

Компоновку отделений подготовки композиции следует выполнять таким образом, чтобы участки растаривания, дозирования и взвешивания мелких компонентов располагались на верхних этажах. Это обусловлено тем, что стабилизирующие добавки типа стеарата кальция, двухосновного стеарата свинца и др. относятся к взрывоопасным веществам, и производства, в которых эти добавки применяются, относятся к категории «Б». Все остальные производства относятся к категории «В».

Процесс подготовки композиции в двухстадийном смесителе описан в гл. VIII.

При отсутствии двухстадийного смесителя схема подготовки композиции на основе ПВХ для производства труб может комплектоваться двумя центробежными лопастными смесителями периодического действия с работой одного в режиме горячего, а второго — в режиме холодного смешения. Технические характеристики двухстадийного смесителя и смесителей периодического действия приведены в гл. VIII.

Подготовленная композиция с помощью пневмотранспорта направляется в промежуточные емкости объемом 10—20 м³, находящиеся в отделении подготовки композиции.

Отделение подготовки композиции должно работать автоматически, без участия рабочего, по заданной программе. Участие рабочего допускается только при растаривании компонентов.

Отделение подготовки композиции, как и в производстве пленки из ПВХ, размещается в отдельных помещениях.

Параметры технологического процесса подготовки композиции определяются регламентами проектируемого производства. Ниже приводятся примерные значения этих параметров:

Переходы и операции	Время операции, мин	Температура, °С
Взвешивание, дозирование	2—3	20—60
Перемешивание*	10—20	90—115
Выгрузка	3—5	20—30

* В горячем смесителе.

Из отделения подготовки композиция передается в отделение производства труб из ПВХ.

Принципиальная технологическая схема производства труб из порошкообразной композиции на основе ПВХ приведена на рис. X.2.

Из промежуточных емкостей отделения подготовки композиции системами пневмотранспорта подается в бункеры экструдеров линий для производства труб. Применение пневмотранспорта диктуется необходимостью исключить попадание компонентов композиции в помещение экструзионного отделе-

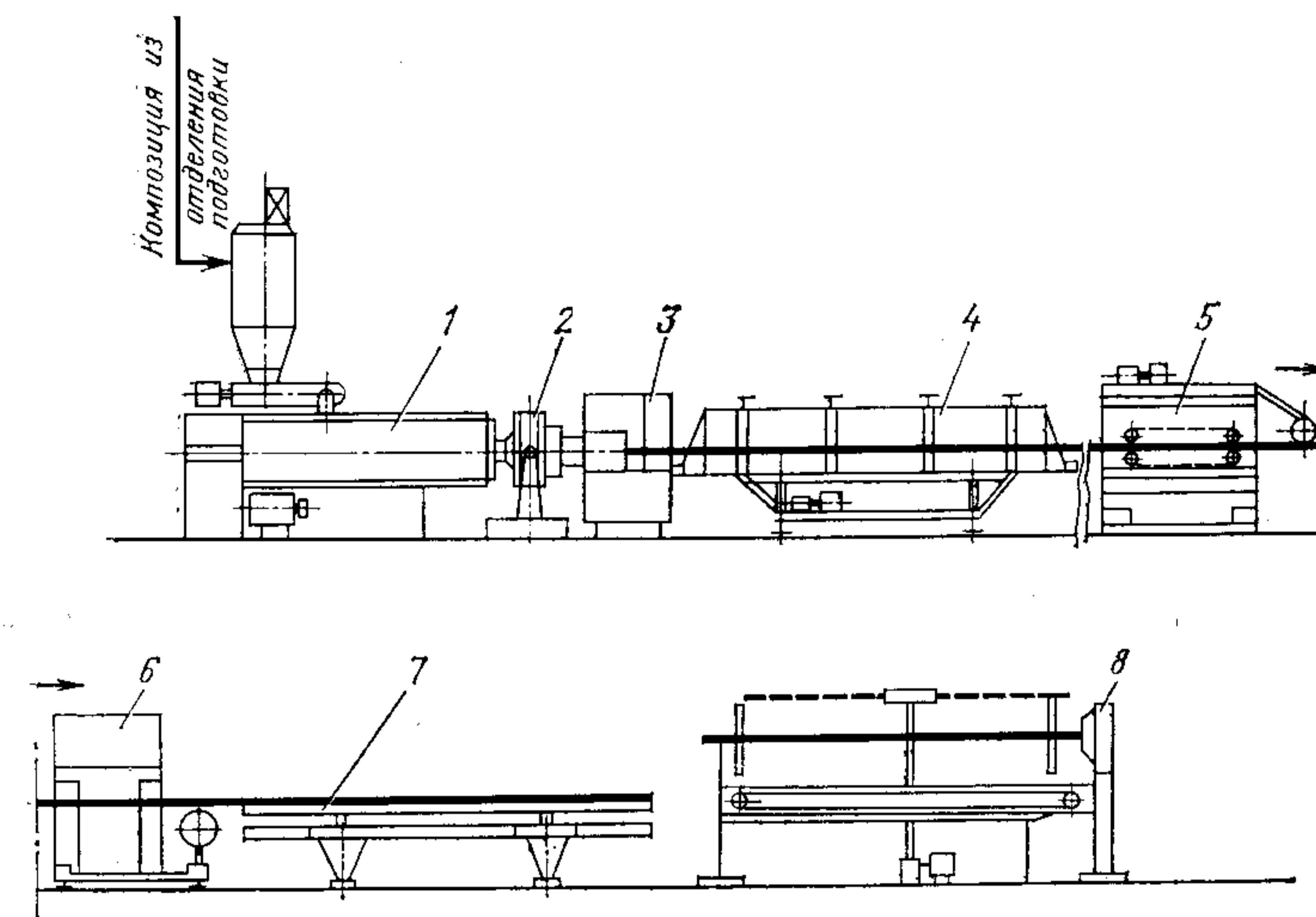


Рис. X.2. Принципиальная технологическая схема производства труб из ПВХ: 1 — экструдер; 2 — головка; 3 — вакуумная ванна с калибрующим устройством; 4 — ванны охлаждения (2—3 ванны); 5 — тянущее и счетно-маркирующее устройство; 6 — отрезное устройство; 7 — приемное устройство; 8 — устройство для оформления раструба и упаковочный стенд.

ния. Воздух, отводимый из бункеров экструдеров системами пневмотранспорта, должен дополнительно очищаться и выбрасываться в атмосферу. Схемой должны быть предусмотрены устройства для предотвращения попадания воздуха системы пневмотранспорта в производственные помещения.

Линии для производства труб из ПВХ состоят из следующих агрегатов (см. рис. X.2):

- экструдер (двухшнековый, конусошнековый, многошнековый) 1;
- головка 2;
- калибратор и вакуумная ванна;
- ванны охлаждения (одна или несколько);
- тянущее устройство;
- счетно-маркирующее устройство;
- отрезное устройство;
- устройство для изготовления раструба;
- приемное устройство и упаковочный стенд;
- вакуумная система.

Из бункера композиция захватывается червяками и транспортируется в цилиндр экструдера 1. В процессе движения материал уплотняется, расплавляется, гомогенизируется. Экструдеры оборудованы системой вакуумной дегазации, при помощи которых образующиеся в процессе переработки газы отсасываются из материала, что способствует улучшению качества выпускаемой продукции.

Расплавленный материал выдавливается через кольцевую щель головки 2 в виде трубы. Заготовка трубы из головки по-

ступает в калибрующее устройство 3, расположенное в вакуумной ванне. За счет вакуумного калибрования заготовка принимает размеры, определенные калибрующим устройством. Одновременно с калиброванием происходит поверхностное охлаждение трубы. Для улучшения качества продукции и повышения производительности оборудования к калибратору и в вакуумную ванну охлаждения подводят воду с температурой 12—14°C. Далее труба поступает в последующие ванны охлаждения 4, количество которых определяется типом оборудования и производительностью линий (как правило, этих ванн три).

Тянущее устройство 5 обеспечивает отвод трубы с заданной скоростью. В основном применяются двухтраковые системы тянущих устройств. Одна из ветвей регулируется по высоте в зависимости от диаметра труб.

Количество произведенной продукции определяется счетно-маркирующим устройством, которое обычно монтируется в блоке с тянущим устройством. Через каждый метр на трубу ставится метка с возможной информацией о качестве трубы и т. д.

В соответствии с ГОСТ или ТУ трубы выпускаются длиной 5,5—6,0 м. Они разрезаются на отрезки нужной длины при помощи отрезного устройства 6. При подаче сигнала зажимы каретки отрезного устройства охватывают трубу, за счет чего каретка с пилой движется вместе с трубой. Отрезается труба заданной длины, зажимы разжимаются, и каретка возвращается в исходное положение.

Трубы из ПВХ в основном выпускаются с раструбами. Для выполнения этой операции в линии предусматривается устройство для изготовления раструба 8.

Труба подается в устройство, устанавливаемое рядом с экструзионной линией. Конец трубы разогревается (1-я позиция) и выполняется раструб (2-я позиция). Готовые трубы сдаются на склад в пакетированном виде. Формирование пакета осуществляется автоматически. Для этого предусматривается устройство, обеспечивающее разворот каждой второй трубы на 180°. Это обеспечивает равномерную укладку труб со сдвигом ряда труб на величину раструба. Длина трубы с раструбом составляет 5,5 м. Пакет труб имеет длину 6 м.

Формирование пакета производится в специальном приспособлении. Форма пакета как при его формировании, так и при дальнейшем транспортировании обеспечивается деревянными рамками, устанавливаемыми в пазы приспособления. При завершении формирования пакета сверху устанавливается планка и производится увязка каждой рамки с помощью металлической или ориентированной полипропиленовой ленты. Готовый пакет вынимается краном из пакетирующего устройства и транспортируется на место технологического хранения и затем на склад готовой продукции.

Трубы должны соответствовать требованиям ГОСТ 226890—77. Проверке и контролю подлежат:

- внешний вид и качество поверхности труб;
- размеры труб, овальность;
- предел текучести при растяжении и относительное удлинение при разрыве;
- изменение размеров труб после их прогрева;
- ударная вязкость;
- стойкость к растрескиванию;
- температура размягчения по Вика;
- водопоглощение.

Кроме того, трубы подвергаются гидростатическим испытаниям.

Производство труб необходимо проектировать с учетом автоматизации не только основных технологических процессов, но и вспомогательных, при этом в каждом случае следует определять целесообразность управления процессом при помощи компьютера. Естественно, выполнение этих условий в значительной мере зависит от степени оснащенности линий для производства труб. В составе линий прежде всего должны быть предусмотрены автоматические устройства для измерения толщины стенки трубы в процессе экструзии. При отклонении параметров трубы от заданных сигналы от толщиномера должны воздействовать на приборы того устройства, изменение параметров работы которого обеспечит выпуск труб заданных размеров (изменение скорости отвода трубы тянущим устройством, изменение частоты вращения червяка и т. д.).

В табл. X.3 приводятся технические характеристики линий для производства труб из ПВХ.

Производительность линий для производства труб из ПВХ определяется техническими характеристиками оборудования, типом и диаметром выпускаемых труб.

Таблица X.3. Технические характеристики линий для производства труб из поливинилхлорида*

Тип, марка, линии	Диаметр червяка**	Номенклатура выпускаемых труб (наружный диаметр, мм)	Установленная мощность, кВт		Габариты (L×B×H), мм	Масса, кг
			электро-двигателей	электро-нагревателей		
ЛТМ2-90×20-63/160 (инд. 591915)	90	63—160	61,8	48,8	39200×1510×2210	17800
ЛТ2-125-140/400 (инд. 591858)	125	140—400	82,2	89,2	41200×1700×2400	22435

* Сырье — порошкообразная композиция ПВХ.

** Число червяков — два, отношение длины червяка к диаметру L/D=20.

В соответствии с ГОСТ трубы из ПВХ выпускаются диаметром до 400 мм следующих четырех типов:

Тип	Давление, ати
Л (легкие)	2,5
СЛ (среднелегкие)	4
С (средние)	6
Т (тяжелые)	10

Производительность в соответствии с паспортными данными на линии по производству труб составляет: для линии ЛТМ2-90×20-63/160 — до 330 кг/ч, для линии ЛТ2-125-140/400 — до 480 кг/ч (при производстве трубы 400×11,7 мм).

Параметры технологического процесса

Параметры технологического процесса в значительной степени зависят от типа, назначения и диаметра труб, оборудования для производства труб, принятой рецептуры и устанавливаются регламентами.

Ниже приводятся примерные температурные режимы ведения процесса:

Червячный пресс		Головка	
Зона	t, °C	Зона	t, °C
I	130—135	VI	150—165
II	145—155	VII	160—170
III	150—165	Последующие зоны	160—180
IV	160—180		
V	170—190		

В табл. X.4 приводятся данные о комплектности линий для производства труб из ПВХ.

Таблица X.4. Комплектующее оборудование линий для производства труб из ПВХ*

Наименование узлов, агрегатов	Тип, марка линий	
	ЛТМ2-90×20-63/160	ЛТ2-125-140/400
Червячный пресс	ЧП2-90×20	ЧП2-125×20
Трубная головка	ГТ63-90 ГТ90-160	+
Ванна охлаждения вакуумная	+	+
Ванна охлаждения	+(2)	+
Тянущее устройство	+	+
Маркирующее устройство	+	+
Отрезное устройство	+	+
Раструбный автомат	—	—
Пакетирующее устройство	—	—
Система вакуумирования	+	+
Устройство автоматического измерения толщины стенки трубы	—	—

* Знак «+» означает наличие устройства в линии, «—» — отсутствие его. Цифра в скобках означает количество устройств.

Переработка отходов

При производстве труб на различных стадиях технологического процесса образуются потери, безвозвратные и возвратные отходы.

Ниже приводятся коэффициенты отходов и потерь, а также расходный коэффициент сырья:

Безвозвратные потери	
летучие продукты, угар, влага ($K_{бу}$)	0,004
подготовка композиции ($K_{ПК}$)	0,010
работа в верхнем поле допуска ($K_{бд}$)	0,012
резка и зачистка труб ($K_{бм}$)	0,001
чистка инструмента (головка, червяк) ($K_{бг}$)	0,002
всего ($K_{бп}$)	0,029
Безвозвратные отходы ($K_{бо}$)	0,003
Отходы, используемые в других производствах ($K_{во}$)	0,031
Расходный коэффициент (K_p)	1,063

Отходы в виде труб подлежат измельчению на дробилках и затем гранулированию на линии для гранулирования ПВХ.

Наиболее удобно измельчение труб инструментом типа фрезы. Трубы диаметром до 200 мм фреза дробит по всему диаметру сразу. Трубы большего диаметра измельчаются фрезой, обегаяющей по специальной направляющей и измельчающей стенку трубы постепенно. Возможно использование роторных измельчителей пластмасс типа ИПР-300 М или ИПР-450 М. Характеристики ИПР-300 М приведены в гл. V.

Характеристики роторного измельчителя пластмасс ИПР-450 М приведены ниже:

Производительность, кг/ч	1500
Диаметр отверстий в калибровочной решетке, мм	6—8
Диаметр ротора, мм	450
Частота вращения ротора, об/мин	750
Число ножей ротора	15
статора	3
Максимальные габариты перерабатываемого изделия, мм	800×325×270
Общая установленная мощность, кВт	27,5
Масса, кг	2800
Габариты, мм	1895×1600×2285

Ниже приводится техническая характеристика линии для гранулирования композиций на основе ПВХ на базе двухчервячного пресса ЧП2-90×20 (инд. 591894):

Производительность, кг/ч	До 320
Установленная мощность, кВт	
электродвигателей	55,67
электронагревателей	33,94
Охлаждение и транспорт	Воздухом
Габариты, мм	6770×4478×4394
Масса, кг	9050

ПРОИЗВОДСТВО ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА

Для производства труб из полиэтилена принят метод экструзии: расплавленный в цилиндре экструдера материал выдавливается через кольцевую щель головки, заготовка калибруется, охлаждается, полученная труба режется на отрезки заданной длины. Трубы изготавливаются из полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и полиэтилена низкой плотности (ПЭНП).

Напорные трубы из полиэтилена, изготовленные методом непрерывной шнековой экструзии, должны соответствовать ГОСТ 18599—73. В соответствии с указанным ГОСТ трубы из ПЭВП выпускаются диаметром от 10 до 630 мм (средний наружный диаметр), трубы из ПЭНП — диаметром от 10 до 160 мм. Трубы выпускаются как в отрезках (6, 8, 10, 12 м), так и намотанными в бухты (обычно трубы диаметром до 40—50 мм).

ГОСТ 18599—73 предусматривает изготовление труб четырех типов:

Тип трубы	Максимальное давление воды при 20 °С, МПа
Л (легкий)	0,25
СЛ (среднелегкий)	0,4
С (средний)	0,6
Т (тяжелый)	1,0

Технологическая схема производства труб из полиэтилена (рис. X.3) в своей начальной стадии (прием и хранение сырья, подготовка сырья, транспортирование сырья со склада к экструзионным агрегатам) полностью совпадает со схемой производства пленок из полиэтилена. Процесс формования трубы (экструзия), упаковка, контроль и хранение труб подобны соответствующим стадиям процесса производства труб из ПВХ.

Сырье — гранулированный полиэтилен, как и в производстве полиэтиленовых пленок, поступает большими партиями в цистернах 2, из которых централизованным пневмотранспортом подается в складские емкости 1. Из них централизованным пневмотранспортом полиэтилен подается в промежуточные емкости 3. Дозирование сырья и возможных добавок (красителей, стабилизаторов) из емкостей 4 должно выполняться с помощью дозирующего устройства 5. Поскольку в производстве напорных труб использование технологических отходов запрещается, для производства этих труб можно применять трехкомпонентные дозаторы. Сырье, пройдя через прибор поиска металлических частиц 6, подогревается и подсушивается с помощью специальной системы 7.

Поступление сырья в загрузочную зону экструдера 8 должно осуществляться при постоянном уровне сырья. Тем-

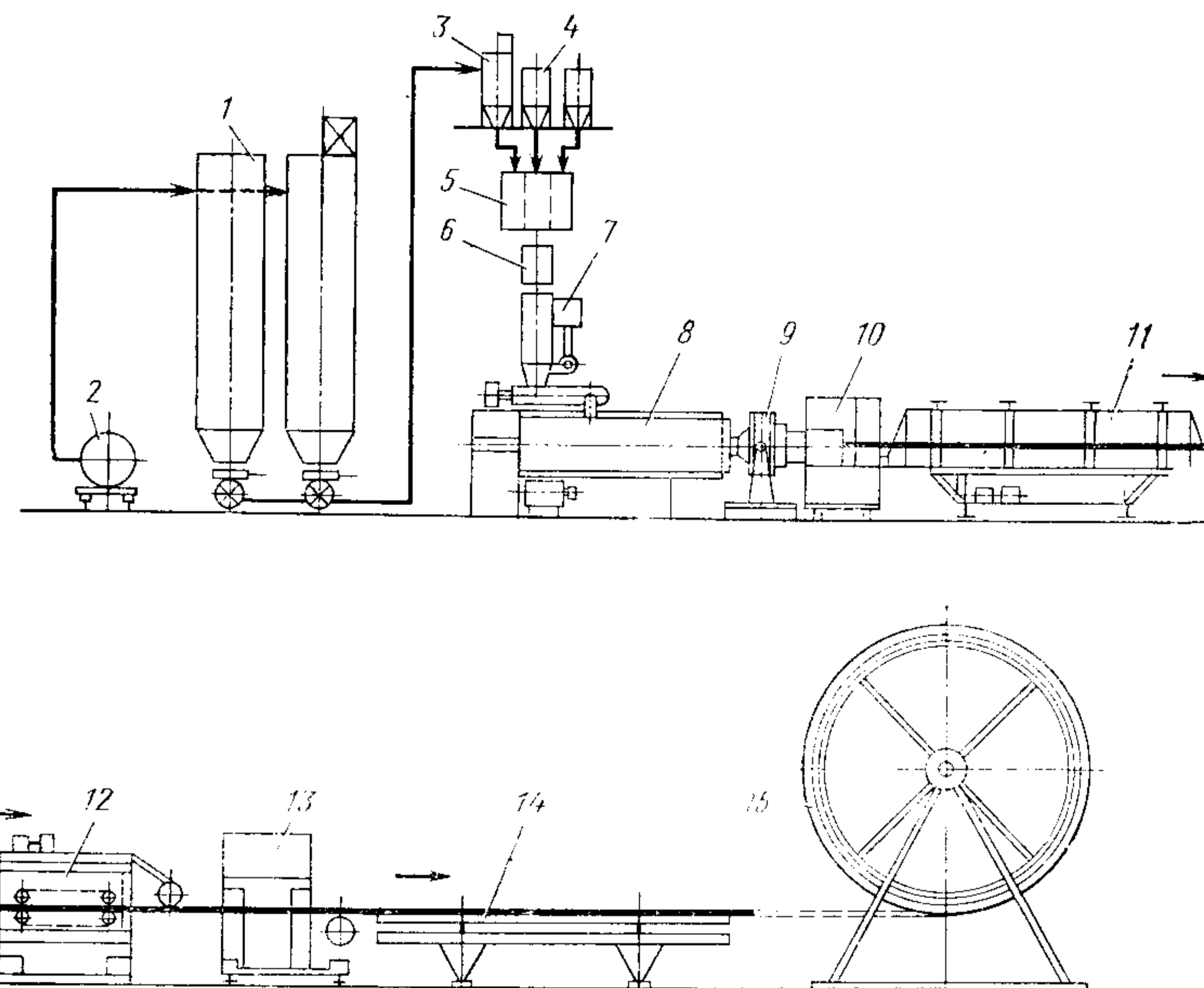


Рис. X.3. Принципиальная технологическая схема производства труб из полиэтилена:

1 — емкости для хранения сырья; 2 — цистерна; 3 — промежуточная емкость для полиэтилена; 4 — промежуточные емкости для добавок; 5 — устройство для дозирования трех компонентов; 6 — прибор для обнаружения металлических частиц; 7 — устройство для подсушки и подогрева гранул; 8 — экструдер; 9 — головка; 10 — калибрующее устройство; 11 — ванны охлаждения; 12 — тянущее и счетно-маркирующее устройства; 13 — отрезное устройство; 14 — приемное устройство; 15 — намоточное устройство.

пература загрузочной зоны должна быть постоянной, для чего предусматривается ее охлаждение водой с постоянными параметрами.

Для экструзии труб из гранулированного полиэтилена применяются линии на базе одночервячных экструдеров. В таблице X.5 приводятся технические характеристики линий для производства труб из пластмасс.

Готовые трубы формируются в пакет с помощью деревянных рамок, устанавливаемых на расстоянии 1,5 м друг от друга. Пакет труб транспортируется к месту технологического складирования и затем на склад готовой продукции.

Выпуск труб заданного ассортимента и качества обеспечивается комплектностью оборудования. В табл. X.6 приводятся данные о комплектности линий для производства труб из полиэтилена.

Гранулированный материал червяком транспортируется, уплотняется, плавится, гомогенизируется и выдавливается из головки 9 в виде заготовки трубы, которая калибруется в

Таблица X.5. Технические характеристики линий для производства труб из полиэтилена

Тип, марка, линии	Диаметр червяка*	Номенклатура выпускаемых труб (наружный диаметр, мм)	Перерабатываемый материал	Установленная мощность, кВт		Габариты $L \times B \times H$, мм	Масса, кг
				электродвигателей	электронагревателей		
ЛТ20-1/10 (инд. 591884)	20	1—10	Полиолефины	3,7	2,9	1400×900×1850	3390
ЛТ45-6/20 (инд. 591397)	45	10—25	Полиолефины, поливинилхлорид	37,0	10,7	30750×1500×2800	6080
ЛТ63×25-25/63 (инд. 591830)	63	25—63	Гранулиров. полиолефины, непластифициров. ПВХ	49,5	34,4	40650×2530×2830	8210
ЛТМ63×25-25/63	63	25—63	Полиэтилен	73,2	32,1	37700×2570×3200	13700
ЛТ90×25-75/160	90	75—160	Гранулиров. полиолефины, непластифициров. ПВХ	84,8	54,6	50700×3550×3900	14285
ЛТ125×25-140/400 (инд. 591883)	125	140—400	ПЭВП и ПЭНП	212,4	105,9	48800×2070×4835	34500
ЛТ160-400/800 (инд. 691882)	160	400—800	ПЭВП	292,6	202,5	67500×3200×4250	46500

* Число червяков — один, отношение длины червяка к диаметру $L/D=25$.

Таблица X.6. Комплектующее оборудование линий для производства труб из полиэтилена*

Наименование узлов, агрегатов	ЛТ 20-1/10	ЛТ45-6/20	ЛТ63×25-25/63	ЛТ90×25-75/160	ЛТ125×25-140/400	ЛТ160×25-400/800
Червячный пресс	ЧП20×25	ЧП45×25	ЧП63×25	ЧП90×25	ЧП125×25	ЧП160×25
Трубная головка	ГФ 1:10	ГТ997—758	ГТ25-40 ГТ40-50	ГТ75-160	ГТ140-225 ГТ250-400	ГТ400-560 ГТ680-800
Охлаждающее устройство	+	+(2)	+(4)	+	+(4)	+
Тянущее устройство	+	+	+	+	+	+
Отрезное устройство	+	+	+	+	+	+
Намоточное устройство	+	+	+	+	—	—
Приемное устройство	+	+	+	+	+	+
Маркирующее устройство	+	+	+	+	+	+
Сушилка	—	—	СГ-300	СГ-300	СГ-1000	СГ-1000
Трехкомпонентный дозатор	—	—	—	—	—	—
Прибор поиска металлических частиц	—	—	—	—	—	—
Устройство для пакетирования труб	—	—	—	—	—	—

* Знак «+» означает наличие устройства в линии, «—» — отсутствие его. Цифра в скобках означает количество устройств.

Таблица X.7. Производительность оборудования при изготовлении труб из ПЭНП

Диаметры труб, мм	Производительность, кг/ч		
	ЛТ45-6/20	ЛТ63×25-25/63	ЛТ90×25-75/160
10—12	15	—	—
16—25	32	35	—
32—50	—	62	—
63—90	—	85	90
110—160	—	—	110
Производительность по паспортным данным	До 65	До 150	До 300

устройстве 10 и охлаждается в первой ванне, затем поступает в следующие ванны.

Отбор труб обеспечивается тянущим устройством 12. Количество изготовленных труб (в метрах) фиксируется счетчиком, работающим в комплексе со счетно-маркирующим устройством. Трубы режутся на отрезки заданной длины отрезным устройством 13 и поступают на приемное устройство 14 или на намоточное устройство 15.

Производительность линий для производства труб из полиолефинов определяется техническими характеристиками оборудования, а также типом и диаметром выпускаемых труб. Значения производительности оборудования при изготовлении труб из ПЭНП, определенные паспортом на оборудование, а также рекомендуемые для расчета мощностей, приводятся в табл. X.7.

Значения производительности линий при изготовлении труб из ПЭВП приведены в табл. X.8.

Производства труб из полиэтилена оптимальной мощности (25—50 тыс. т/год) рекомендуется проектировать автоматизированными с контролем и управлением процессами от ЭВМ.

Таблица X.8. Производительность оборудования при изготовлении труб из ПЭВП

Диаметры труб, мм	Производительность, кг/ч			
	ЛТ63×25-25/63	ЛТ90×25-75/160	ЛТ125×25-140/400	ЛТ160×25-400/800
32—50	70	—	—	—
63—90	90	115	—	—
110—160	—	140	250	—
180—400	—	—	280	385
450—630	—	—	—	400
Производительность по паспортным данным	До 150	До 300	До 350	До 500

Таблица X.9. Производительность линий по производству труб при работе, контролируемой и управляемой от ЭВМ

Диаметр труб, мм	Производительность линии (в кг/ч) на базе экструдера с диаметром червяка			Диаметр труб, мм	Производительность линии (в кг/ч) на базе экструдера с диаметром червяка		
	63 мм	90 мм	125 мм		63 мм	90 мм	125 мм
25	50—60	—	—	110	—	160—170	—
32	70—80	—	—	140	—	180	—
40	85	—	—	160	—	180—190	250
50	95	—	—	200	—	—	280
63	110	—	—	250	—	—	325
75	—	150	—	315	—	—	385
90	—	160—170	—	400	—	—	400—450

В табл. X.9 приводятся примерные данные о производительности линий, оснащение которых позволяет применять их в производствах, процесс в которых контролируется и управляется от ЭВМ.

Параметры технологического процесса определяются типом выпускаемых труб, используемым сырьем и применяемым оборудованием.

Ниже приводится примерный температурный режим производства труб из ПЭНП:

Червячный пресс		Головка	
Зона	t, °C	Зона	t, °C
I	140—160	V	170
II	160—170	VI и последующие	145—160
III и последующие	175—185		

Температурный режим при производстве труб из ПЭВП несколько иной:

Червячный пресс		Головка	
Зона	t, °C	Зона	t, °C
I	135—175	V	170—200
II	170—175	VI	170—190
III	175—200	Последующие	160—190
IV	180—200		

Переработка отходов

В производстве труб из полиэтилена образуются безвозвратные потери и отходы. Коэффициенты потерь и отходов, а

также расходный коэффициент по сырью приводятся ниже:

Технологические безвозвратные потери	
летучие продукты, угар, влага ($K_{\text{бу}}$)	0,0015
подготовка сырья	—
работа в верхнем поле допуска ($K_{\text{бд}}$)	0,0037
резка и зачистка труб ($K_{\text{бм}}$)	0,0010
чистка инструмента (головок и червяка) ($K_{\text{бг}}$)	0,0013
всего	0,0075
Безвозвратные отходы ($K_{\text{бо}}$)	0,0025
Отходы, используемые в других производствах ($K_{\text{во}}$)	0,0420
Расходный коэффициент ($K_{\text{р}}$)	1,0520

Таким образом, при изготовлении труб получается 4,2% отходов, которые после переработки могут быть использованы при производстве каналов связи или безнапорных труб.

Для дробления отходов рекомендуется использовать роторные измельчители пластмасс ИПР-300 М и ИПР-450 М. Характеристики ИПР-300 М приведены в гл. V, ИПР-450М — на с. 161.

Для получения из отходов гранулированного материала рекомендуется применять агрегат ЛГТВ90=200 (техническая характеристика этого агрегата приведена в гл. V).

ПРОИЗВОДСТВО ГОФРИРОВАННЫХ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБ

В настоящее время для мелиорации получили большое применение гофрированные дренажные трубы (ГДТ), которые могут изготавливаться как из полиэтилена, так и из поливинилхлорида.

Наибольшее распространение получили полиэтиленовые ГДТ. Легкость конструкций, гибкость труб (что обеспечивает возможность прокладки трубопроводов в любых стесненных условиях), устойчивость против большинства агрессивных сред обеспечили широкое применение ГДТ для дренажа, осушки и т. д.

Технологический процесс производства ГДТ аналогичен описанному в этой главе процессу производства труб из полиэтилена, включая операцию выхода заготовки трубы из головки. По выходе из головки труба поступает в устройство для оформления гофра.

Существует несколько схем оформления гофра трубы, в том числе при помощи вращающейся головки и при помощи траков тянущего устройства.

Наиболее распространенным и технически совершенным является процесс оформления гофров с помощью траков. Оптимальной конструкцией гофраторов является та, в которой движение сегмента трака по направляющей устройства осуществляется за счет усилий, передаваемых от последующих траков, т. е. конструкция, в которой исключаются элементы, предназначенные для закрепления и передвижения траков — гофраторов (цепь, лента и т. д.).

По выходе из гофратора труба попадает в машину для перфорации, где происходит пробивание отверстий в стенке трубы. Отверстия располагаются в определенной последовательности по длине трубы и равномерно по диаметру. Располагаются отверстия во впадине гофра.

Гофрированно-перфорированные трубы наматываются в бухты. Диаметр бухты зависит от диаметра трубы.

Оборудование для изготовления гофрированно-дренажных труб из полиэтилена может поставляться в виде как комплектных линий, так и отдельных машин (червячный пресс с диаметром червяка 90 мм, машина для гофрирования трубных заготовок, машина для перфорирования трубных изделий, мотчик ГДТ в бухту).

В табл. X.10 приводятся технические характеристики отдельных машин линии для изготовления ГДТ.

Количество отходов при производстве ГДТ можно принимать как при производстве напорных полиэтиленовых труб. Вопросы переработки отходов решаются так же, как это указано в разделе производства труб из полиэтилена. Для переработки отходов применяется такое же оборудование, как указывалось ранее (роторные измельчители ИПР-300М и ИПР-450М, агрегаты ЛГТВ-90-200).

ПРОИЗВОДСТВО ДЕТАЛЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ

Для промышленной прокладки трубопроводов необходимо изготавливать наряду с производством труб детали трубопроводов. Ориентировочно можно принимать, что масса деталей трубопроводов составляет до 7—10% от массы выпускаемых труб (в ряде случаев она достигает 15—18%).

Ассортиментная программа деталей трубопроводов, закрепляемая за предприятием, зависит от структуры взаимосвязи изготовитель — потребитель.

Если завод-изготовитель пластмассовых трубопроводов является базовой ячейкой отпуска труб потребителям, то необходимо предусматривать на данном заводе-изготовителе производство деталей трубопроводов для всего закрепленного за ним ассортимента труб или предусматривать поставку ему отдельных типов деталей трубопроводов.

Таблица X.10. Техническая характеристика отдельных

Наименование машин	Тип, марка, индекс машины	Диаметр ГДТ, мм
Машина для перфорирования трубных изделий	Инд. 598663	50; 63; 75

Прием сырья, хранение и подготовка сырья для деталей трубопроводов аналогичны этим же этапам в производстве труб.

Подготовка композиции для деталей трубопроводов отличается от подготовки композиции в производстве труб тем, что композиция ПВХ после холодного бака двухстадийного смесителя и промежуточной емкости направляется в бункер гранулятора. Детали трубопроводов из ПВХ изготавливаются на литьевых машинах из гранулированной композиции. Ниже приводится примерный состав композиции для деталей трубопроводов из ПВХ:

Наименование компонентов	Содержание компонентов в рецептуре, масс. доли
Смола ПВХ С63М	100
Трехосновной сульфат свинца	4,0
Двухосновной стеарат свинца	2,0
Стеарат кальция	0,5
Стеариновая кислота	1,0
Углеводородный воск ПВ-200	1,0
Эпоксидированное растительное масло	3,0
Глицерин	0,3

В настоящее время применяются в основном три метода изготовления деталей трубопроводов:

- литье под давлением на литьевых машинах;
- термическое воздействие на заготовку из трубы с последующим оформлением изделия механическим способом;
- сварка.

Литьем под давлением в настоящее время изготавливают детали трубопроводов до диаметра 160 мм включительно. Возможно также изготовление деталей трубопроводов с диаметром 200—225 мм. Однако для этих деталей, а тем более для деталей большего диаметра требуются большие литьевые машины (с объемом впрыска более 10 кг). В связи с этим метод изготовления литьем под давлением деталей трубопроводов диаметром более 160 мм должен быть экономически обоснован.

машин линии для изготовления ГДТ

Скорость протягивания трубы, м/мин	Установленная мощность, кВт		Габариты (L×B×H), мм	Масса, кг
	электродвигателей	электронагревателей		
—	93,35	21,6	4495×3530×2883	5620
7,8	3,8	—	2650×960×1365	1770
1,5—7,6	1,1	—	975×660×1240	670

Для литья под давлением деталей трубопроводов применяются многогнездные формы. Формы должны быть укомплектованы гидроцилиндрами для установки и выема знаков, оформляющих внутреннюю поверхность деталей трубопроводов.

Литьевые машины используются так же, как в производстве литьевых изделий из пластмасс с дополнительным гидроагрегатом для установки и извлечения знаков, оформляющих внутреннюю полость деталей трубопроводов, и оснащением схемы управления приборами для автоматического управления процессом в целом. Таким образом, литьевые машины для изготовления деталей трубопроводов должны изготавливаться специализированными. Предъявляемым требованиям отвечают литьевые машины типа Kuasy (ГДР) и Мономат (ПНР). Примерные технические характеристики литьевых машин типа Kuasy приведены в гл. V.

Учитывая однотипность применяемого сырья, узкий ассортимент изделий, закрепляемых за литьевой машиной, технологический процесс изготовления деталей трубопроводов рекомендуется организовывать на автоматических линиях (см. рис. V.2.).

Ассортимент деталей трубопроводов в значительной степени зависит от назначения труб, их диаметров.

Производительность литьевых машин определяется принятым ассортиментом деталей трубопроводов и гнездностью форм (определенной на основании технических возможностей и экономически подтвержденной) и принимается в соответствии с картами технологического процесса.

При отсутствии этих данных можно пользоваться для предварительных расчетов данными табл. X.II.

Детали трубопроводов после изготовления подвергаются контрольным испытаниям. Методы испытаний, а также оборудование для их проведения аналогичны описанным выше для производства труб.

После испытания детали трубопроводов упаковываются в тару. Наиболее предпочтительной является упаковка в контейнеры.

Таблица X.11. Производительность литьевых машин при изготовлении деталей трубопроводов из полиэтилена

Тип, марка литьевой машины	Диаметр трубопровода, для которого изготавливается изделие, мм	Примерная гнездность форм	Средняя производительность, т/год	Перерабатываемый материал
Kuasy 160/50	16; 20	6—8	20—25	ПЭНП
Kuasy 260/100	16; 20	8—16	25—30	»
Kuasy 400/100	20	4—8	30—35	»
Kuasy 630/160	25	8—12	50—60	»
Kuasy 1400/250	32; 40	8	80—90	»
Kuasy 1700/400	50	8—16	95—105	»
Kuasy 630/160	63	2	22—40	ПЭВП
Kuasy 1400/250	63	2—4	37—50	»
Kuasy 1700/400	75	2	45—60	»
Kuasy 5000/630	110	4	80—120	»
Kuasy 9000/1000	110; 160	2—4	110—250	»
Kuasy 160/50	16	4—16	30—35	ПВХ
Kuasy 260/100	20	4—16	30—40	»
	25	4—8	30—40	»
Kuasy 400/100	32	4—8	40—60	»
Kuasy 1400/250	50	4—10	80—120	»
Kuasy 1700/400	63	1—4	70—120	»
Kuasy 5000/630	75	1	140	»
Kuasy 9000/1000	110	1	80—120	»
Kuasy 1600/1600	160	1	200	»

Переработка отходов

При производстве деталей трубопроводов из полиэтилена и поливинилхлорида образуются отходы. Оборудование для переработки отходов аналогично описанному в гл. V.

ЛИТЕРАТУРА

- Сагалаев Г. В., Виноградов В. М., Комаров Г. В. Основы технологии изделий из пластмасс. М., МИТХТ, 1974. 733 с.

Глава XI

ОСНОВНЫЕ КОМПОНОВОЧНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВ ИЗДЕЛИЙ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ПЛАСТМАСС

Проекты на всех стадиях выполняются в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП), являющимися основными нормативными документами, а также с отраслевы-

ми и ведомственными нормами. Эти нормы предусматривают необходимые эксплуатационные качества зданий, санитарно-технический режим и пожарную безопасность при максимально возможной экономичности проектных решений.

Здания, проектируемые для предприятий по переработке пластмасс в изделия, делят на основные производственные (литьевое, прессовое, экструзионное производство, ремонтно-инструментальное хозяйство и др.), подсобно-производственные (складского, энергетического и транспортного назначения), обслуживающие (заводоуправление, здания бытового назначения и др.), вспомогательные, связанные с охраной окружающей среды (установки каталитического окисления и сжигания, станции нейтрализации и др.).

Здания, располагаемые на производственной территории, классифицируют по следующим признакам: по капитальности — на I, II, III и IV классы; по пожаро- и взрывоопасности — на категории А, Б, В, Г и Д; по огнестойкости — на здания I, II, III, IV и V степени огнестойкости.

Производства изделий из пластмасс могут размещаться как в одноэтажных, так и в многоэтажных производственных зданиях. Выбор категории помещения производится по СНиП П.М.2—72, а класс помещений — по «Правилам установки электрооборудования».

Согласно СНиП 11—М.2—72 «Производственные здания промышленных предприятий», помещения для переработки пластмасс по пожарной безопасности должны быть категории В, по степени огнестойкости — не ниже II. Этажность зданий со степенью огнестойкости III не должна быть выше трех.

Максимальные площади, ограниченные противопожарными стенами, составляют: на первом этаже — 5200 м², на втором — 3500 м², на третьем — 2600 м².

При строительстве предприятий по переработке пластмасс применяются унифицированные пролеты: для одноэтажных зданий — с сеткой колонн 18×12, 24×12, 30×12 и с высотой до низа несущей конструкции фермы 7,2 м; для многоэтажного здания — с сеткой колонн 6×6, 6×9, 6×12 при высоте этажа не ниже 6 м.

Опыт проектирования Госпластпроекта показывает, что для большинства производств по переработке пластмасс возможно применение двухэтажных зданий.

Определенный интерес представляет применение для проектирования предприятий по переработке пластмасс в изделия унифицированных зданий — секций из легких металлических конструкций. При проектировании зданий из легких металлических конструкций комплектной поставки должны соблюдаться требования СН-454—73.

Целесообразно указанные секции-модули применять для проектирования ремонтно-механических и инструментальных

цехов, складских блоков для хранения негорючих материалов, фасадных зданий бытового назначения (столовая, проходная и др.). Применение секций-модулей для цехов производства изделий из пластмасс, складов готовой продукции и др. возможно при согласовании с местными органами пожарного надзора при наличии системы автоматического пожаротушения. Основные преимущества секций-модулей типа «Берлин», «Кисловодск», «Плауэн» состоят в снижении стоимости строительных работ и повышении индустриальности строительства.

Наряду с главными производственными корпусами на территории завода по переработке пластмасс в изделия имеются: бытовые помещения, административно-конструкторские корпуса, объекты питания и здравоохранения. При проектировании этих зданий нужно пользоваться СНиП П. М. 3—68.

Бытовые помещения размещают, как правило, в пристройках к производственным цехам, если это не противоречит требованиям аэрации и освещенности производственных корпусов. При численности работающих более 300 человек бытовые помещения на производствах по переработке пластических масс в изделия могут размещаться и в отдельно стоящих корпусах.

К производственным площадям относятся площади, занятые производственным оборудованием, транспортным оборудованием (конвейерами, рольгангами, склизми и др.); заготовками, деталями, которые находятся возле рабочих мест и оборудования, проходами между оборудованием (кроме магистральных проездов).

К вспомогательным площадям относятся площади инструментального и ремонтного хозяйства, цеховых складов и кладовых, помещений ОТК и прочих вспомогательных помещений, пожарных и магистральных проездов.

На основании анализа ряда проектов Госпластпроекта рекомендуются соотношения производственных и вспомогательных площадей отдельных производств по переработке пластмасс в изделия, приведенные в табл. XI.1. Как следует из таблицы, производства прессовых и литевых изделий имеют близкое соотношение основных и вспомогательных площадей.

Проектирование экструзионных производств по мере роста единичной мощности агрегата требует значительного увеличения складских помещений. Прочие площади (вентиляционные камеры, подстанции, кладовые, слесарные мастерские и др.) для большинства производств по переработке пластмасс составляют от 13 до 28%.

Площадь основных производственных отделений рассчитывают в зависимости от принятого набора оборудования, необходимого для выполнения заданной программы. При укрупненном расчете площади основного производственного отделения можно исходить из нормативной площади на единицу основного технологического оборудования (табл. XI.2).

Таблица XI.1. Соотношение производственных и вспомогательных площадей производств по переработке пластмасс (в %)

Отделение	Производство					
	литевых изделий	прессовых изделий	вакуум-формованных изделий	труб и соединительных частей из поливинилхлорида	пленки из полиэтилена низкой плотности	крупногабаритных изделий на основе пенополиуретана
Основной рабочий зал	52—55	45—50	38—40	40—42	48—50	28—30
Механическая обработка, сборка, комплектование и упаковка готовых изделий	5—8	10—12	3—5	3—5	3—5	2—5
Подготовка сырья и переработка отходов	8—10	6—8	18—20	8—10	8—10	5—7
Складирование сырья, в том числе силосное хранение	6—8	4—8	8—10	8—10	8—10	1
Складирование готовой продукции и хранение	7—8	8—10	15	15	9—10	40
Прочие	13—22	14—22	20—28	18—24	18—24	15—24

Общая площадь цеха без бытовых помещений подсчитывается по формуле

$$F_0 = kfE \quad (XI.1)$$

где F_0 — общая площадь цеха, м²; f — площадь, занимаемая единицей основного технологического оборудования, м²; E — число единиц оборудования; k — коэффициент перехода для отдельных методов переработки пластмасс в изделия от основного зала к общей площади цеха; для литевых и прессовых производств $k=1,5$; для экструзионных производств $k=1,4$; для производств крупногабаритных изделий из пенополиуретанов $k=1,25$.

Такой упрощенный расчет площади цеха применяется для предварительного определения габаритов корпуса цеха по выбранному парку машин на стадиях составления обосновывающих материалов, выбора площадки и составления технологической схемы генплана.

В зависимости от санитарной характеристики производственного процесса проектируется набор бытовых помещений для производств переработки пластмасс в изделия. В табл. XI.3 в соответствии с СНиП П-М.3 — 68 приведены группы производственных процессов производств по переработке пластмасс в изделия. Группа производственного процесса определяется по согласованию с органами Государственного санитарного надзора. Группы производственных процессов действительны для всех работающих на тех или иных участках производств, в том числе и для инженерно-технического и обслуживающего персонала этих участков производств.

В соответствии с приведенными характеристиками производственных процессов отделения переработки пластмасс в

Таблица XI.2. Площади, необходимые для размещения основного технологического оборудования

Производство	Основное технологическое оборудование	Необходимая площадь зала на ед. оборудования, м ²
Полиэтиленовой пленки методом раздува	Агрегат для производства пленки в экструдере с диаметром шнека, мм	
	45	50
	63	65
	90	80
	125	120
Труб из полиолефинов	Линия для производства труб в экструдере с диаметром шнека, мм	
	160	250
	63	200
	90	225
	125	270
Литьевых изделий из термопластов	Литьевые машины с объемом отливки, см ³	
	30—42	15
	50—67	18
	100—125	21
	220—250	23
Прессованных изделий из реактопластов	От 500 до 1000	41
	1000	47
	От 1000 до 2000	82
	Гидравлические прессы с усилием, кН	
	400	16
630	16	
1000	20	
1600	24	
2500	30	

изделия, участки подготовки сырья и переработки отходов и другие помещения, в которых может происходить выделение вредных веществ должны быть обеспечены специальными бытовыми помещениями и устройствами по классу IIIб, а участки механической обработки пластмасс и растаривания сырья — по классу IV. Группа Iб относится к ремонтно-инструментальным службам заводов.

В зависимости от объема и категории производственного помещения, характера выделяемых вредных веществ и тепловыделения решаются вопросы проектирования отопления и вентиляции. Все помещения цехов по производству изделий из пластмасс должны отапливаться и в них должна поддерживаться температура 16—20 °С в рабочее время и не ниже 5 °С в нерабочее время. В помещениях, где за 1 ч происходит пятикратный воздухообмен, рекомендуется воздушное отопление,

Таблица XI.3. Группы производственных процессов производств по переработке пластмасс в изделия (по СНиП II-М.3—68)

Группа производственных процессов и их санитарная характеристика	Примеры производственных процессов	Специальные бытовые помещения и устройства
Производственные процессы, протекающие при нормальных метеорологических условиях и в отсутствие выделения вредных газов и пылей		
вызывающие загрязнение одежды и рук	Холодная обработка металлов (кроме чугуна) без применения охлаждающих жидкостей	Ножные ванны
вызывающие загрязнение одежды, рук и тела	Холодная обработка пластмасс; холодная обработка металлов (кроме чугуна) с применением охлаждающих жидкостей (ремонтно-механические работы)	То же
Производственные процессы, характеризующиеся резко выраженными факторами вредности и загрязнением рабочей одежды		
связанные с производством, выделением или применением особо вредных или раздражающих веществ	Процессы, связанные со значительным выделением хлора, фенола, тиосоединений, меркаптана, с применением свинца, мышьяка, ртути, бериллия, фосфора и их соединений, бензида, тетраэтилсвинца	Помещения и устройства для обезвреживания рабочей одежды и обуви; ингалятории (по согласованию с органами Государственного санитарного надзора); искусственная вентиляция шкафов для рабочей одежды
связанные с производством, выделением или применением вредных или сильно пахнущих веществ	Работы в окрасочных цехах с пульверизацией; в пропиточных отделениях толевоберидных заводов; в ксантатных и прядильных цехах вискозных фабрик; основные процессы в производствах кислот, щелочей и при переработке нефтепродуктов	То же

совмещенное с приточной вентиляцией. Температура воздуха, подаваемого в рабочую зону, не должна превышать 30°C. Рециркуляция воздуха в рабочее время не допускается.

При проектировании вентиляционных устройств для производств изделий из термопластов необходимо учитывать следующие факторы:

1) при переработке термопластов происходит частичная деструкция с выделением продуктов разложения в производственные помещения (при переработке полистирола и его сополимеров выделяются пары стирола, полиолефинов — углеводороды алифатического ряда, полиамидов — пары капролактама и т. д.);

2) при работе литевых и экструзионных машин выделяется тепло;

3) в отделениях механической обработки и растаривания сырья образуется пыль, для улавливания которой необходимо предусматривать специальные установки.

Поскольку выделяющиеся при литье пары и газы имеют температуру около 180—220°C, их отсос производят из верхней зоны помещения и рассчитывают вытяжные устройства на поглощение остаточных вредностей, тепла. В том случае, если не менее 2/3 от общего количества удаляемых вредностей обеспечивается местными отсосами, приточный воздух подается рассредоточенно в верхнюю зону помещения; если более 40% отсасываемого воздуха удаляется из верхней зоны, то приточный воздух подается в рабочую зону помещения. Скорость воздуха на рабочих местах должна быть не более 0,3—0,5 м/ч.

В отделении механической обработки изделий должны быть предусмотрены местные отсосы от станков. Скорость воздуха в месте отсоса должна составлять 10—12 м/с. Общеобменная вытяжка обычно не предусматривается. Приточный воздух подается в верхнюю зону помещения рассредоточенно, с малыми скоростями. Скорость воздуха на рабочих местах — не более 0,3 м/с.

Воздух, удаляемый при помощи системы местных отсосов и общеобменной вентиляции из отделений литья и переработки отходов, содержит вредные пары и газы. Воздух, удаляемый от станков механической обработки изделий, перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке. Воздух, удаляемый от токарных, фрезерных, сверлильных и других станков, очищается в сухих циклонах, от полировальных станков — в сетчатых фильтрах. Вместо батарейных циклонов могут быть применены рукавные фильтры.

Для укрупненных расчетов при проектировании можно принимать расход тепла на отопление и вентиляцию в пределах 6,7—7,5 кДж/м³.

При проектировании автоматизированных участков производства литевых и выдувных изделий желательно предусматривать кондиционирование воздуха основного зала с поддер-

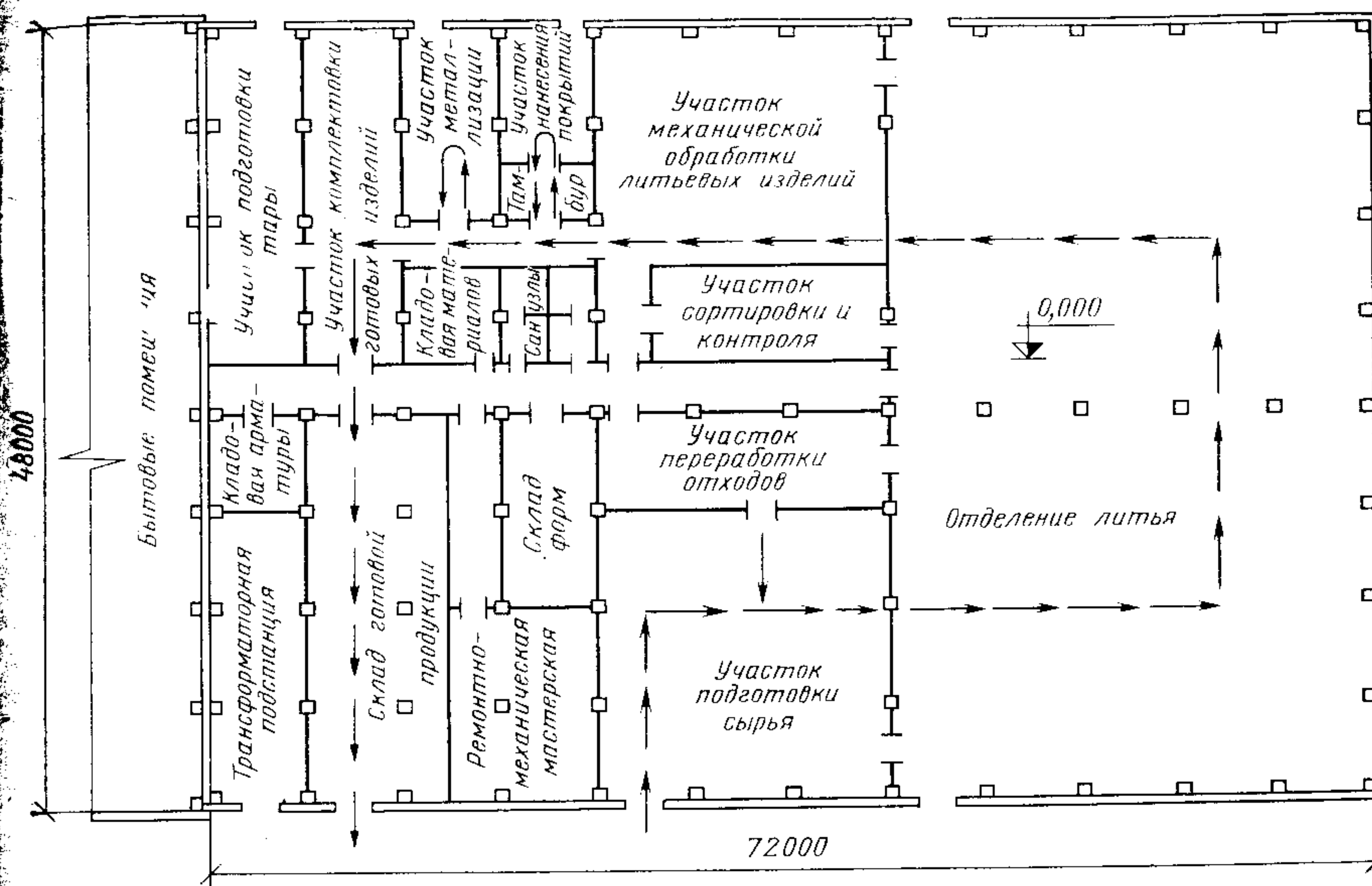


Рис. XI.1. Планировка помещений литевого цеха (из типового проекта цеха на 50 литевых машин). Стрелками показано направление основного технологического потока.

жанием температуры в пределах 18—24°C, так как большие колебания температуры приводят к нарушению режима работы машин в автоматическом цикле и, следовательно, к снижению производительности.

При создании производств пленок из термопластов толщиной менее 10—15 мкм желательно строительство бесфонарных зданий со специальными системами очистки воздуха, а также применение систем кондиционирования для поддержания в рабочих помещениях постоянного температурно-влажностного режима. Такие производства требуют создания специальных бытовых помещений для обеспыливания.

В каждом литевом или прессовом производстве должна проектироваться цеховая насосная для перекачивания масла, площадь которой принимается равной 72 м². Помещение насосной следует располагать в непосредственной близости от машинных залов. Насосная для перекачивания масла состоит из емкостей для свежего и отработанного масла и шестеренчатых насосов, которые перекачивают масло на установку регенерации и в емкости для свежего масла, находящиеся на специальных передвижных тележках. Смена масла в литевых, экструзионных машинах и прессовом оборудовании производится при помощи передвижной тележки по графику и в нерабочее время, так как класс помещений — П-IIIа.

Опыт показал, что переход на централизованную систему маслоснабжения нецелесообразен, так как связан с большими

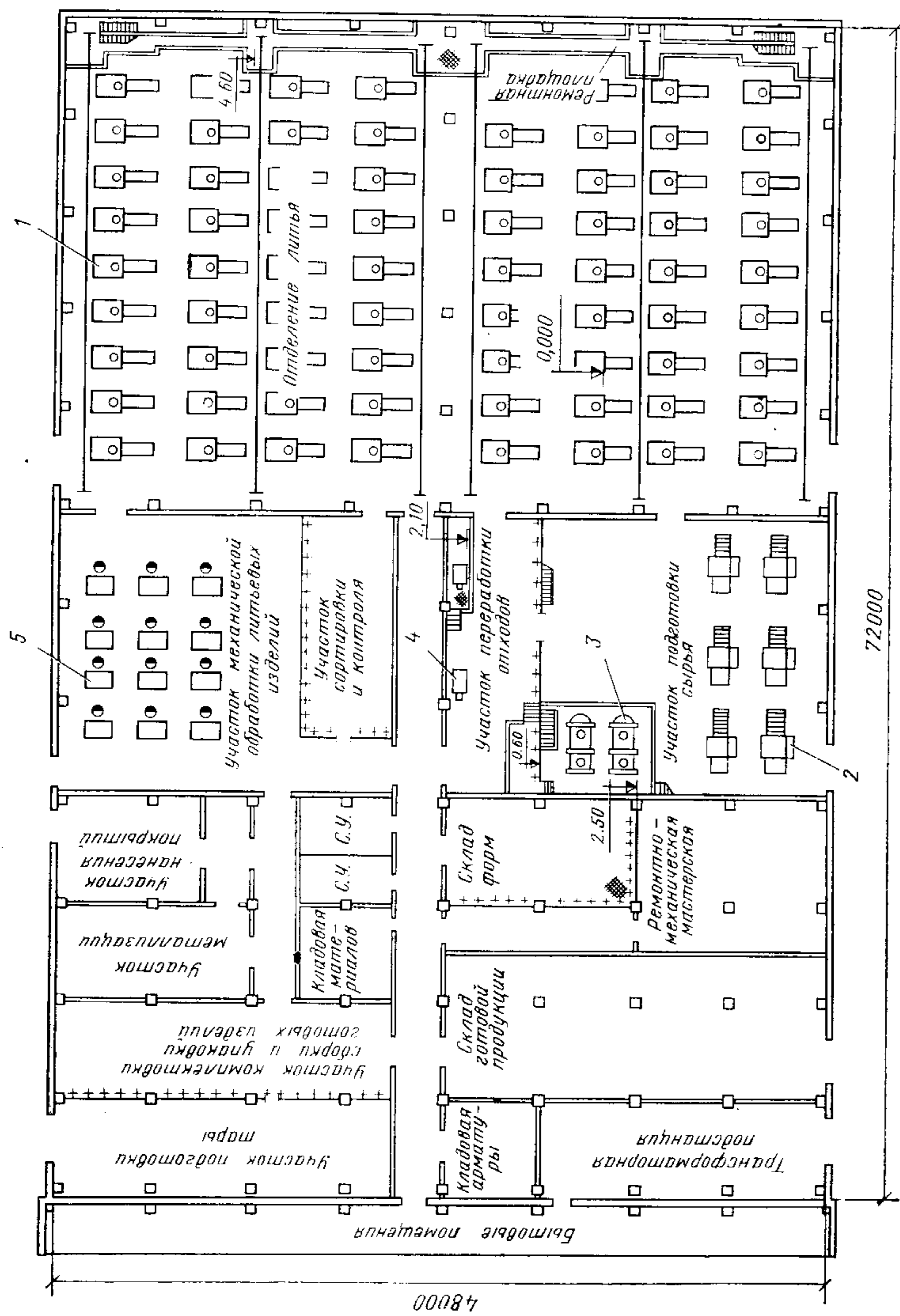
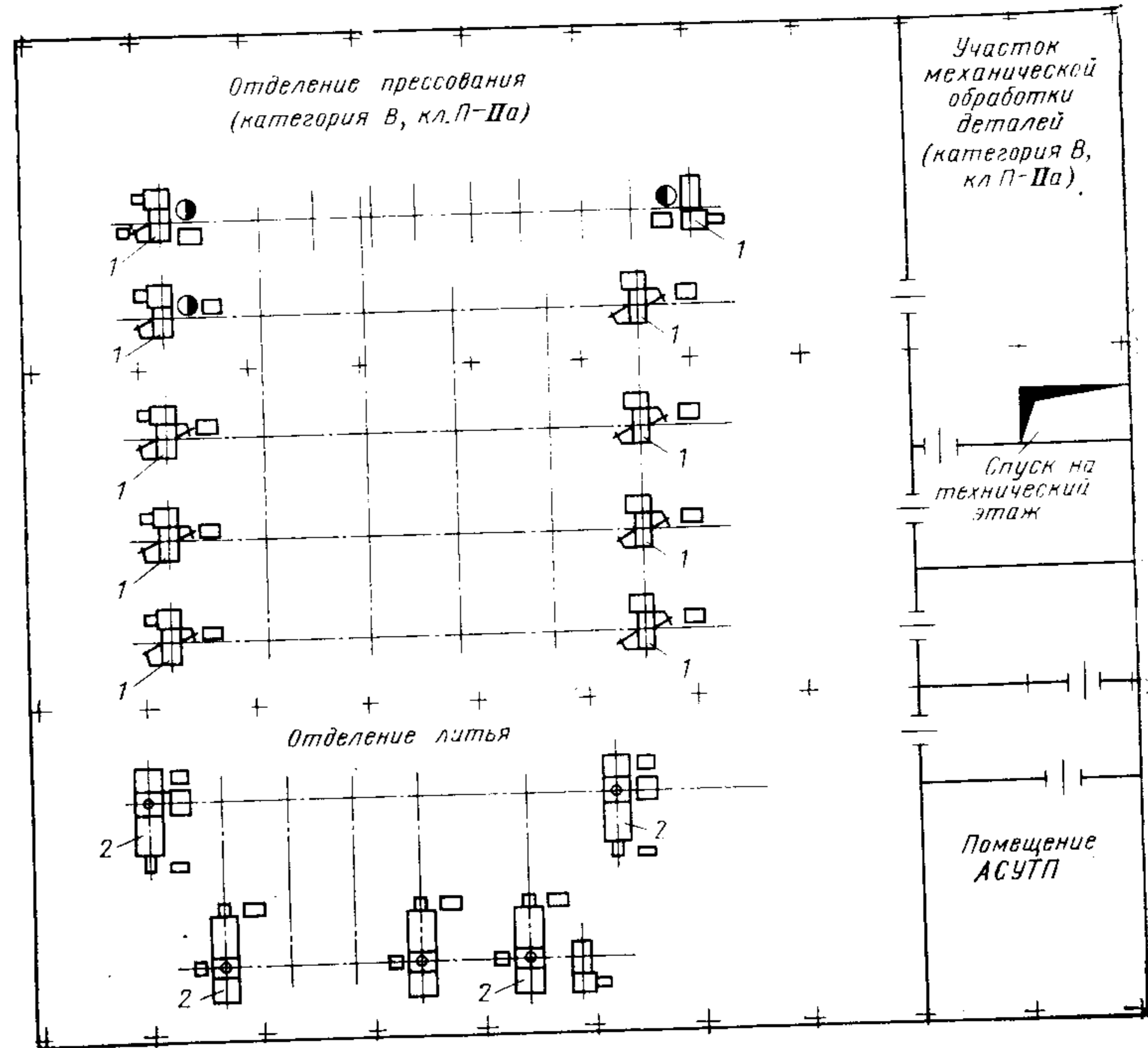


Рис. XI.2. Расположение оборудования литейного цеха (из типового проекта на 50 литейных машин):

1 — литейные машины; 2 — растарочные установки; 3 — вакуум-сушилки; 4 — грануляторы для переработки отходов; 5 — рабочие места для обработки и сборки готовых изделий.

а



б

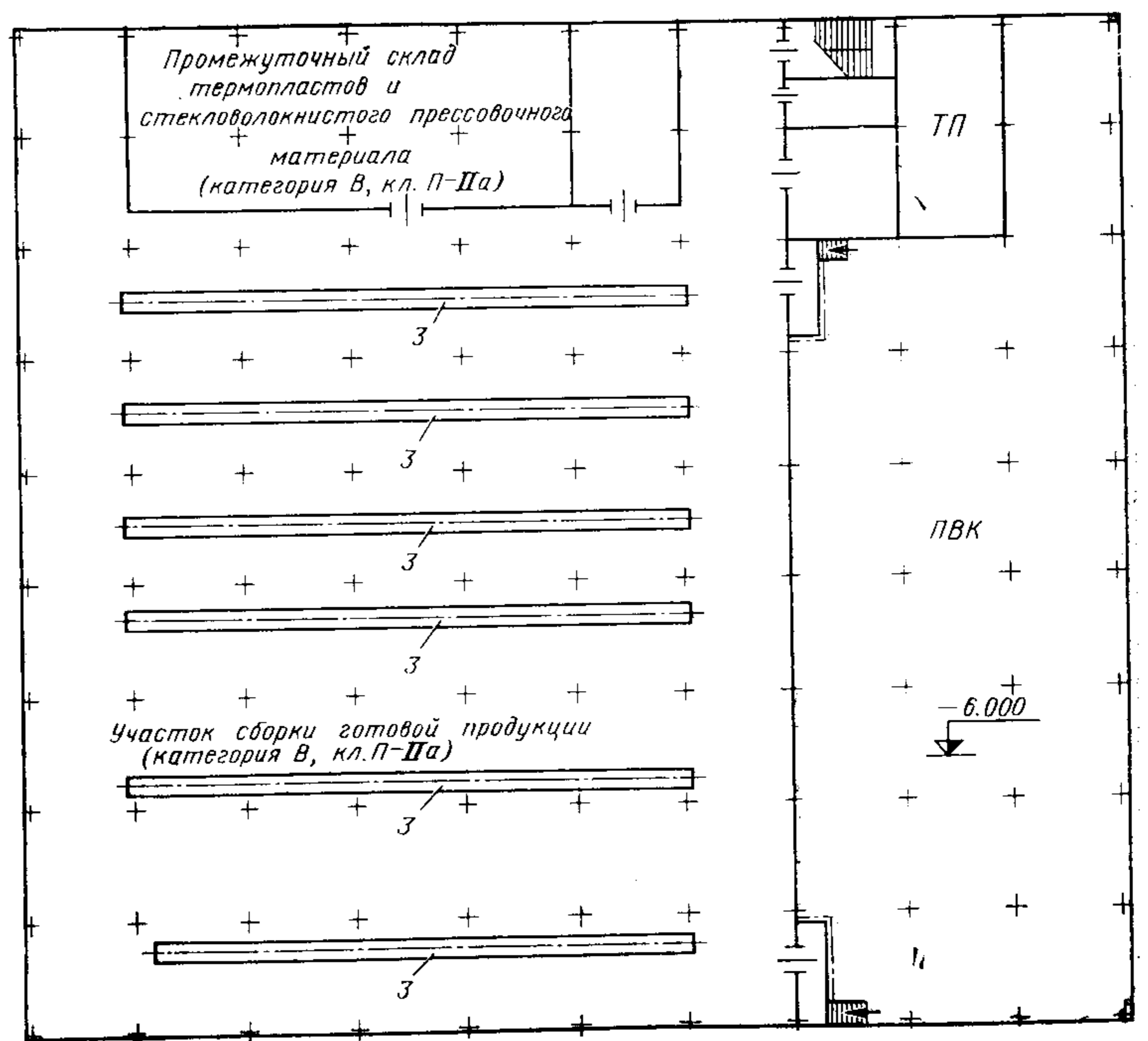


Рис. XI.3. Планировка помещений и расположение оборудования автоматизированного цеха изделий из пластмасс:

а — отметка 0 м; б — отметка -4,3 м (1 — гидравлические прессы-автоматы; 2 — термопласт-автоматы; 3 — конвейеры для сбора и транспортировки готовой продукции).

техническими трудностями: изменяется класс рабочих помещений на П-I, повышаются как единовременные, так и эксплуатационные затраты. На рис. XI.1—XI.9 показаны компоновочные решения отдельных производств по переработке пластмасс в изделия, которые позволяют оценить специфичность проектирования этих производств.

Компоновочные решения производств по переработке пластмасс должны соответствовать принятой в технологическом процессе схеме транспортирования сырья и готовой продукции. На рис. XI.1 и XI.2 приведен вариант компоновки производственных помещений и оборудования для типового проекта цеха на 50 литьевых машин. Здесь применен петлеобразный технологический поток, позволяющий вводить четкое зонирование производственных помещений (производство — склады — вспомогательные помещения).

В производствах прессовых, литьевых и выдувных изделий наряду с петлеобразной схемой применяют прямоточные и комбинированные схемы. Комбинированные схемы применяются в многоэтажных зданиях, где для каждого этажа используется прямоточная схема, а складские помещения, находящиеся на первом этаже, располагаются, как правило, рядом и обеспечивают фронт погрузки и выгрузки с одной стороны корпуса.

Прямоточная технологическая схема приемлема для создания автоматизированных участков (рис. XI.3, XI.4). Особенности компоновочных решений при проектировании автоматизированных участков и цехов заключаются в линейной схеме (применении непрерывного межоперационного транспорта) и максимальной механизации всех технологических операций. При проектировании многономенклатурных цехов по производству изделий из пластмасс методами прессования, литья под давлением, выдувания наиболее часто применяется петлеобразная схема. На рис. XI.5 приведена компоновка помещений литьевых изделий фирмы «Ford». На этом заводе также принята петлеобразная схема основного технологического потока. Особенность компоновки завода фирмы «Ford» является максимальное приближение складов сырья и готовой продукции к железнодорожному вводу.

В производстве экструзионных изделий (трубы, пленки, листы и др.) всегда применяется прямоточная схема; при этом организация транспортных операций является решающим фактором проектирования. Кроме того, экструзионные производства состоят из больших единичных мощностей и, как правило, характеризуются ограниченным ассортиментом изделий, что позволяет создавать автоматизированные производства.

На рис. XI.6 показано расположение помещений и площадей первого в Советском Союзе автоматизированного цеха по производству труб и соединительных деталей из полиэтилена мощностью 50 тыс. т/год. Особенностью таких заводов явля-

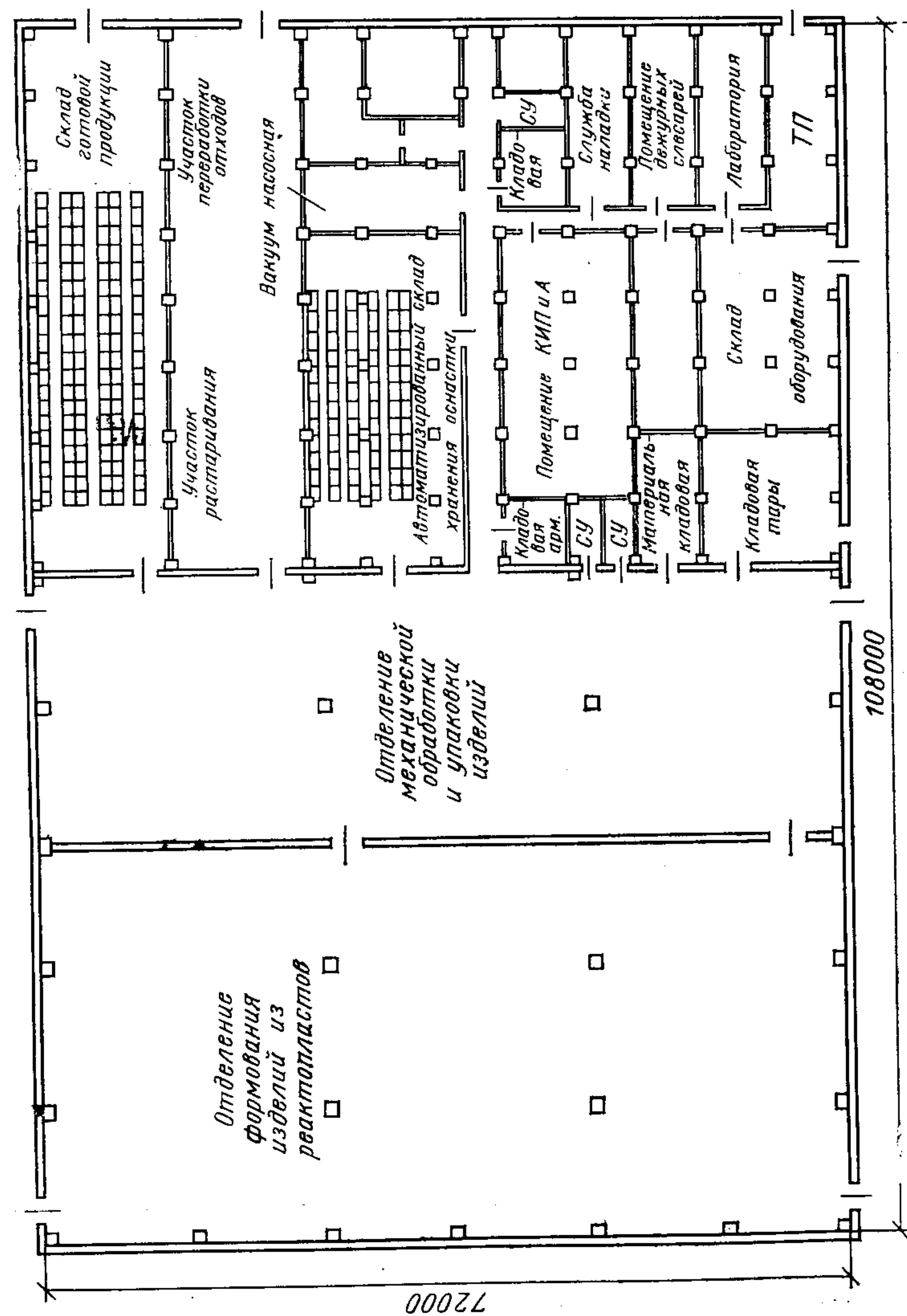


Рис. XI.4. Планировка помещений автоматизированного производства изделий из пластмасс на основе реактопластов.

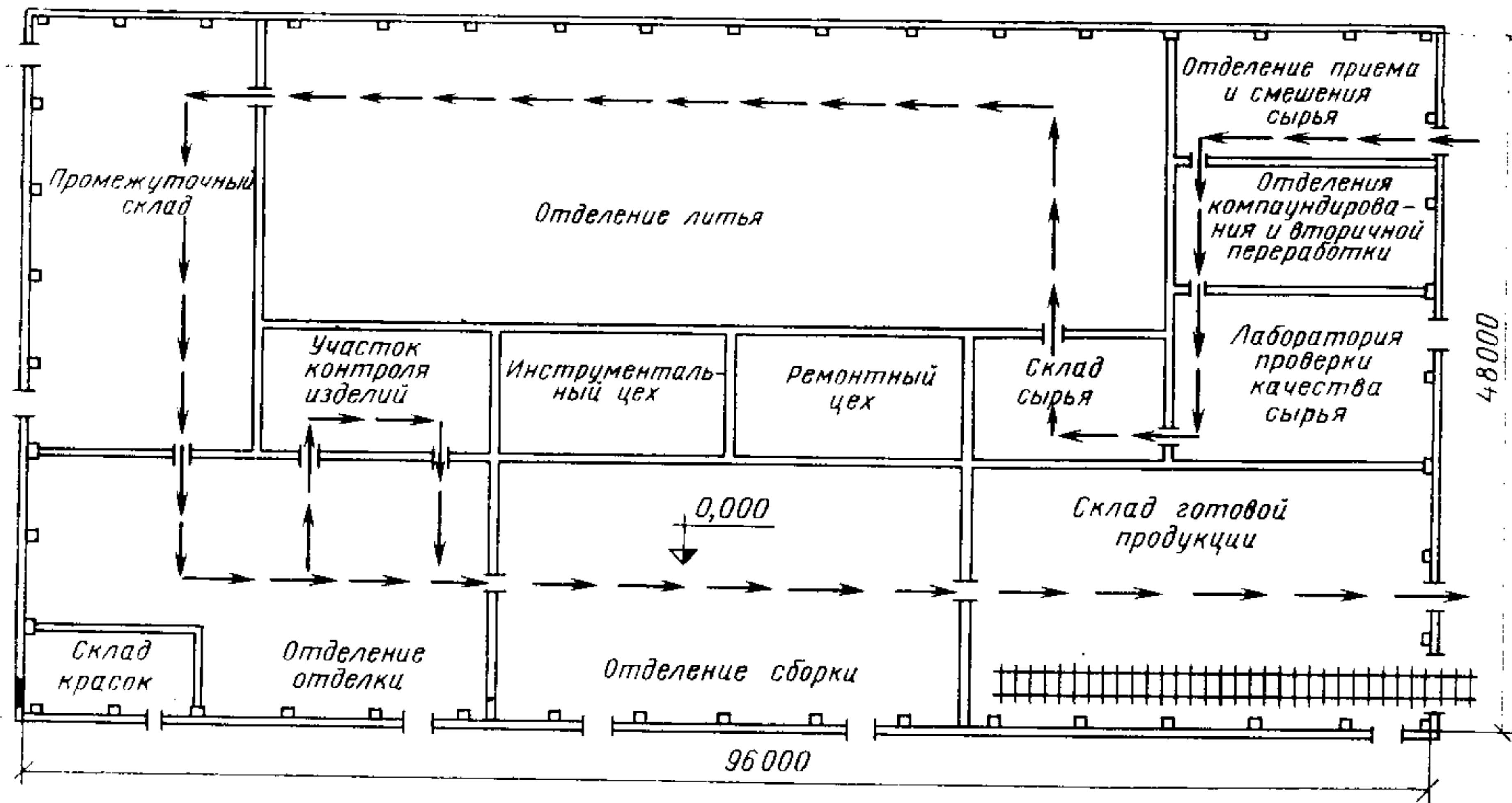


Рис. XI.5. Планировка помещений завода литейных изделий фирмы «Форд» (США, г. Сэлейн). Стрелками показано направление основного технологического потока.

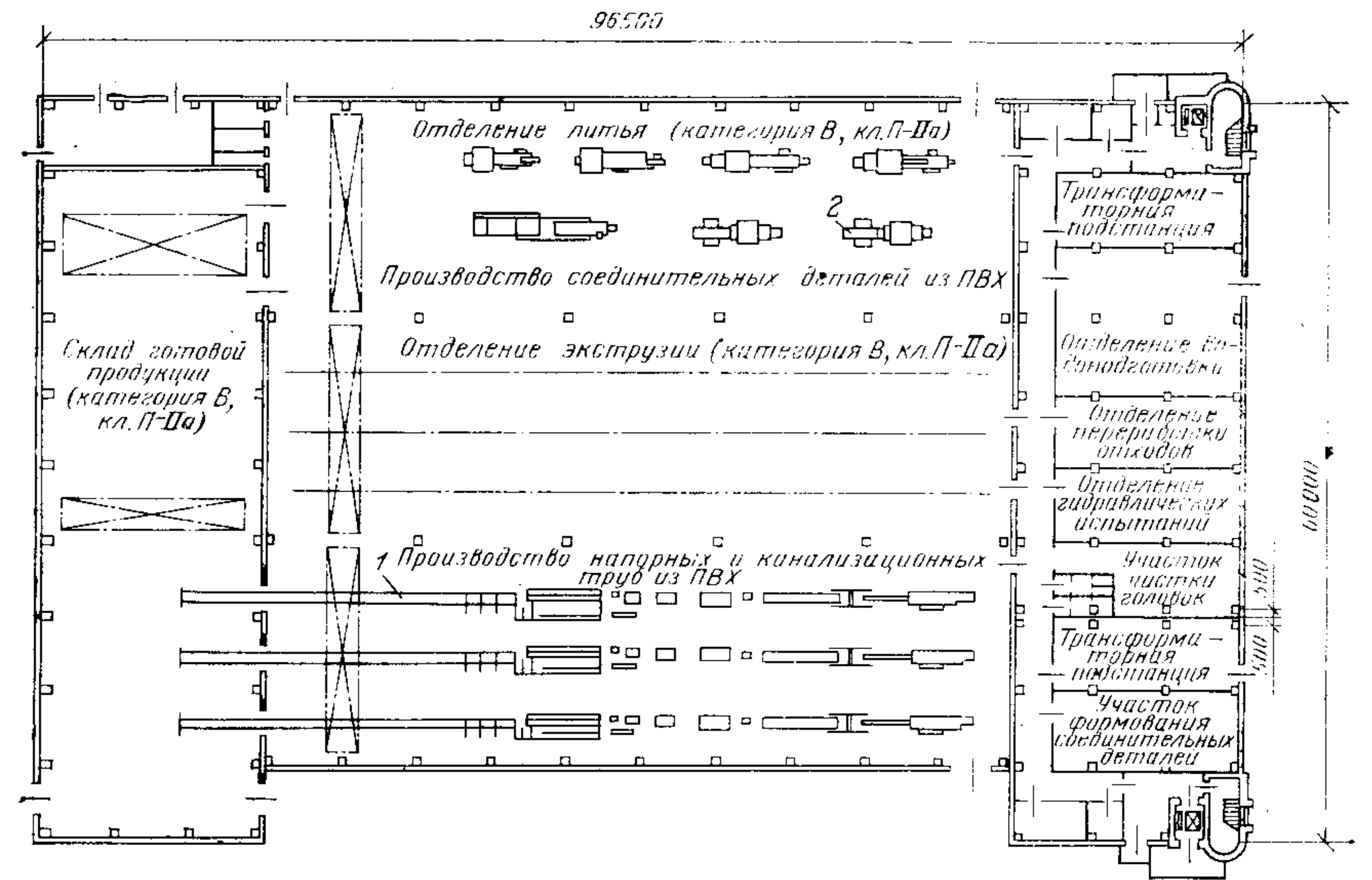


Рис. XI.7. Планировка помещений цеха производства труб и соединительных деталей из поливинилхлорида мощностью 10 тыс. т/год:
1 — линии по производству труб; 2 — литейные машины.

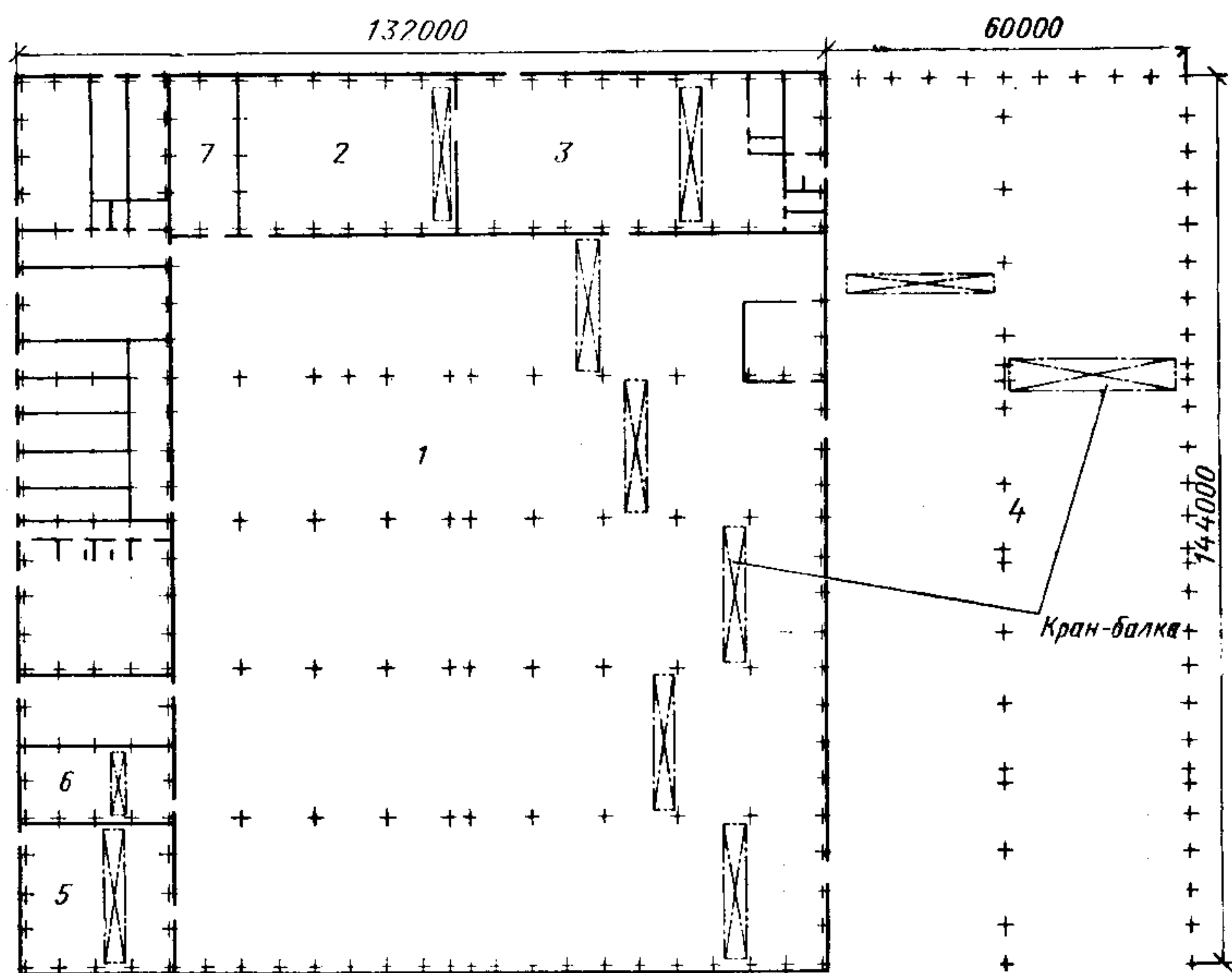


Рис. XI.6. Планировка помещений и площадей автоматизированного цеха труб и соединительных деталей из полиэтилена мощностью 50 тыс. т/год:
1 — экструзионный зал; 2 — отделение получения фитингов методом литья под давлением; 3 — отделение ручного формования; 4 — склад готовой продукции; 5 — помещение чистки головок; 6 — отделение для подготовки оснастки; 7 — отделение гидротестов.

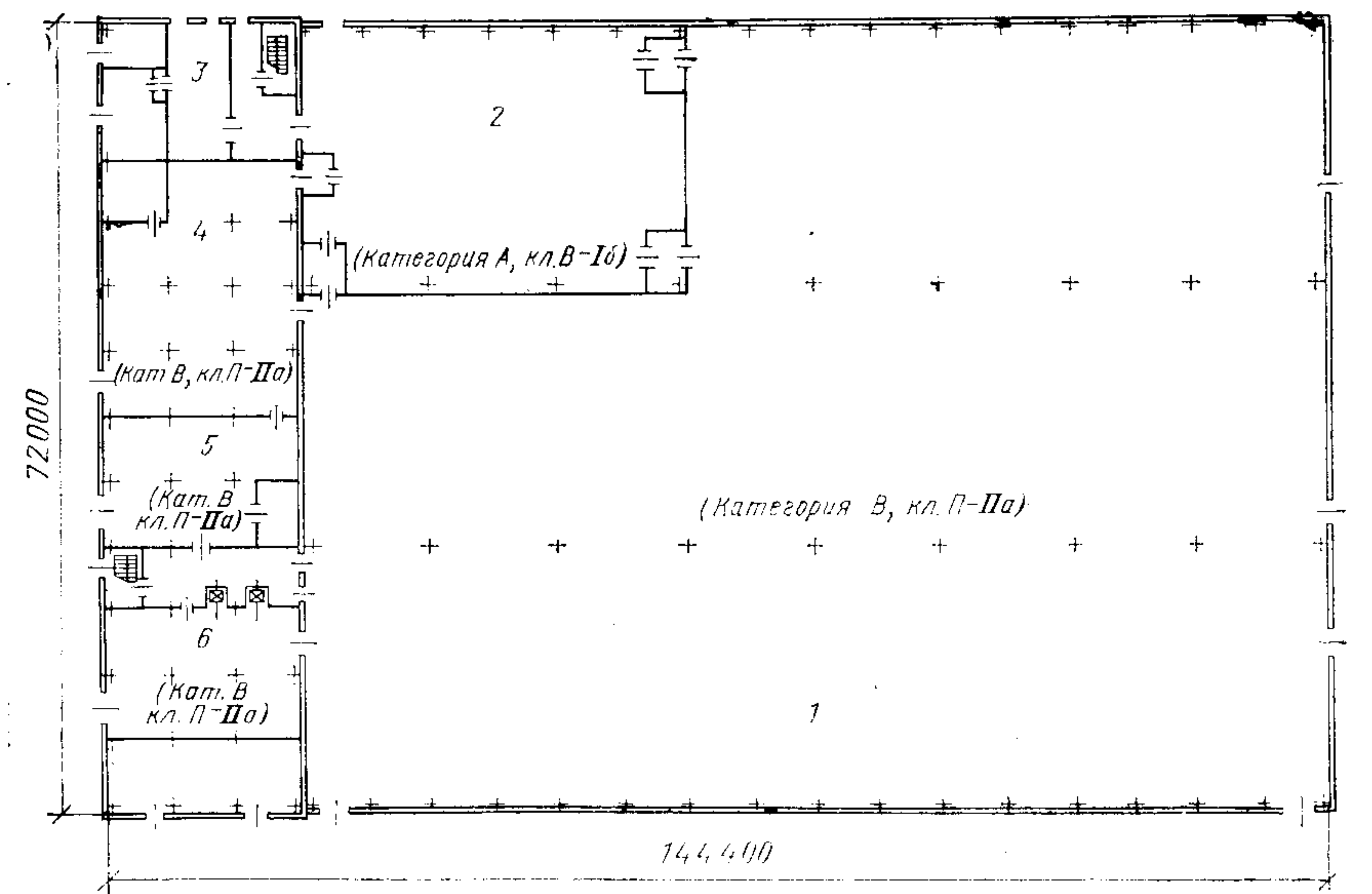


Рис. XI.8. Планировка помещений корпуса по производству широкого ассортимента полиолефиновых пленок мощностью 20 тыс. т/год:
1 — цех экструзии с отделениями двухслойной пленки, дублирования, вспененной пленки, армированной пленки; 2 — отделение напеснения печати; 3 — отделение подготовки краски; 4 — отделение перемотки и резки пленок; 5, 6 — склады.

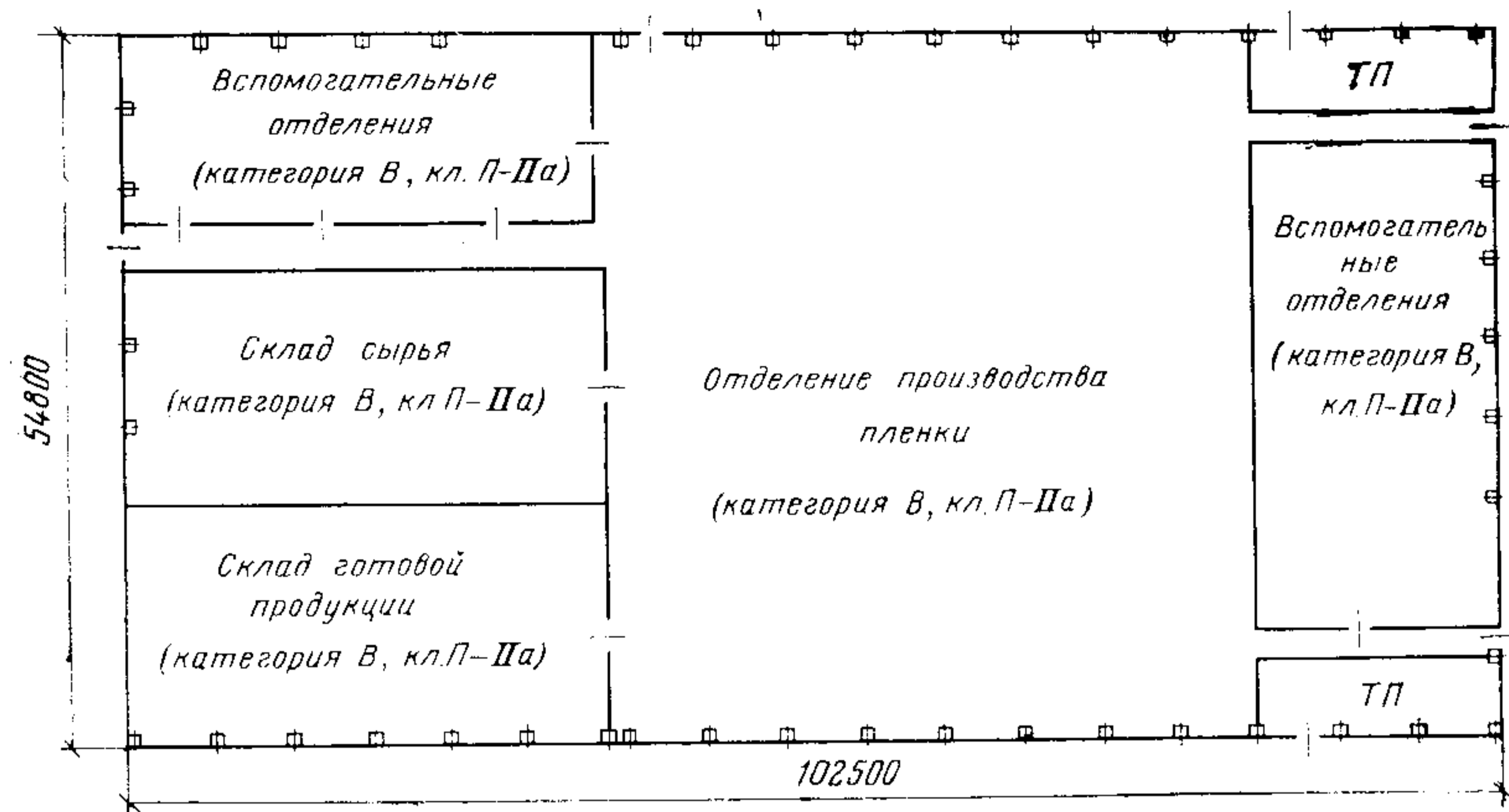


Рис. XI.9. Планировка помещений цеха по производству полиэтиленовых пленок для сельского хозяйства мощностью 40 тыс. т/год.

ется примыкание склада готовой продукции непосредственно к экструзионному залу, прямолинейный выход отрезков труб длиной до 6—12 м из производственного помещения к местам складирования.

На рис. XI.7 показана планировка помещений цеха производства труб и соединительных деталей из поливинилхлорида мощностью 10 тыс. т/год. Особенность компоновки этого производства — сочетание в прямоочной технологической схеме трех различных по назначению типов зданий: многоэтажного здания (серия ИИ-20) для подготовки композиции, одноэтажного с сеткой колонн 12×18 для основного производства и неотапливаемого здания склада готовой продукции с заездом автомобильного транспорта для погрузки.

При проектировании крупнотоннажных производств полиэтиленовой пленки (рис. XI.8, XI.9) необходимо учитывать ассортимент пленок. Так, завод полиэтиленовых пленок широкого ассортимента мощностью 20 тыс. т/год имеет более сложные компоновочные решения (выделено помещение отделения нанесения печати — категория А, кл. В-16), чем завод по производству полиэтиленовых пленок для сельского хозяйства мощностью 40 тыс. т/год (см. рис. XI.9).

На рис. XI.10 приведена планировка цеха полистирольных пленок и нитей. Такая планировка обеспечивает особо чистые условия проведения процесса и постоянный температурно-влажностный режим. Производство полистирольной пленки размещено в бесфонарном одноэтажном здании, оснащено специальными бытовыми помещениями и рядом тамбуров, отделяющих «чистые» помещения.

Опыт проектирования Госпластпроекта показывает, что различные производства изделий из пластмасс требуют специ-

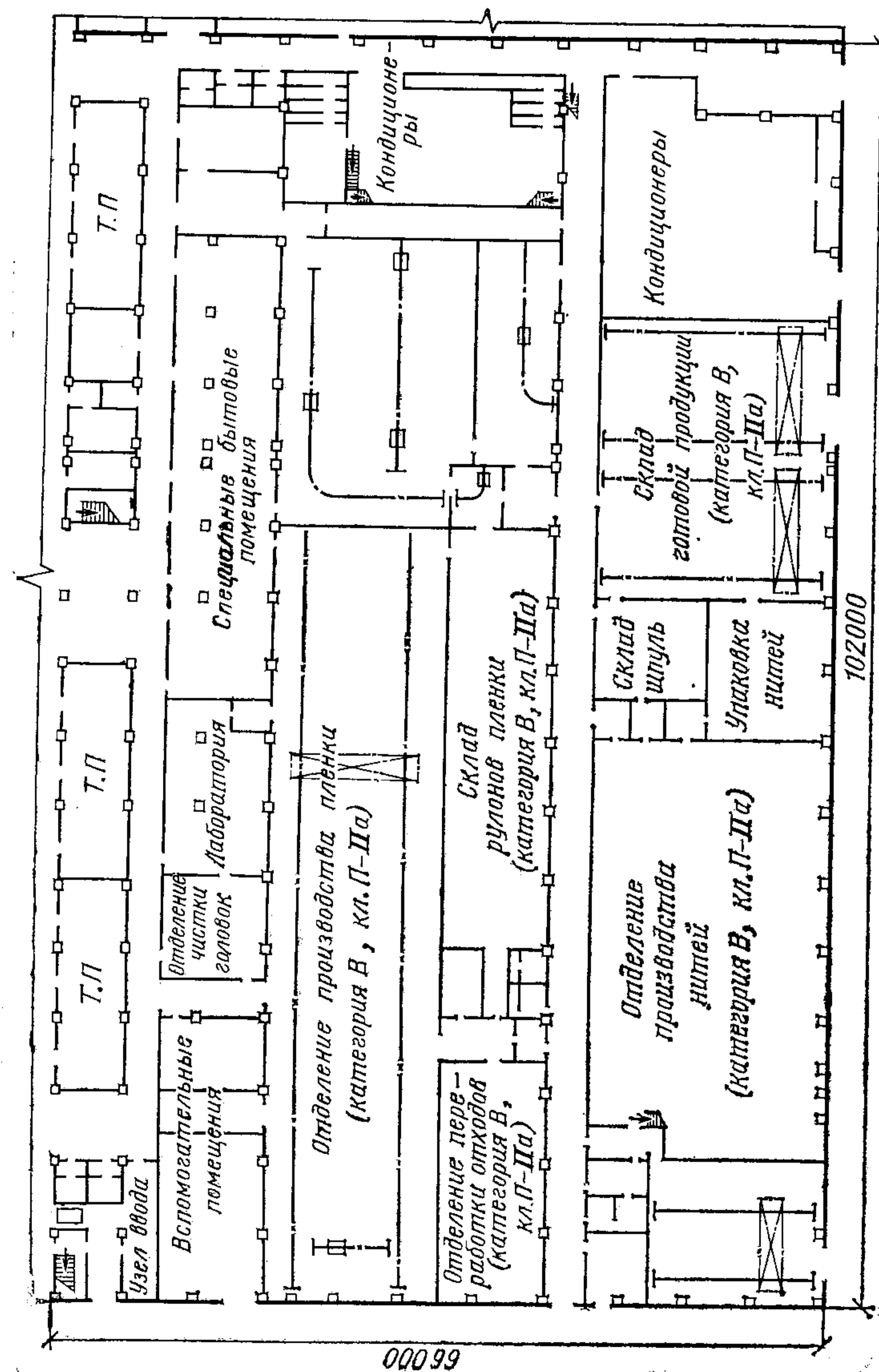


Рис. XI.10. Планировка помещений цеха полистирольных пленок и нитей.

фических компоновочных решений, обеспечивающих минимум затрат при соблюдении всех технологических и транспортных потоков.

Глава XII ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА*

В соответствии с инструкцией СН 202—81 в каждом проекте должен содержаться раздел по организации труда, включающий данные о трудовом процессе, разделении и кооперации труда, организации и обслуживании рабочих мест, нормах труда и обосновании потребности в кадрах, численности персонала, условиях труда, трудовых затратах и производительности труда, экспликации рабочих мест и карты организации труда.

Ниже приводится методика разработки вопросов организации труда в проекте по отдельным разделам для разных методов переработки: литья под давлением, прессования, выдувания и экструзии (полиэтиленовой пленки, труб и листов).

ПРОИЗВОДСТВО ЛИТЬЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Трудовой процесс

Трудовой процесс разрабатывается в виде баланса рабочего времени за смену по каждому рабочему месту. Баланс рабочего времени составляется, исходя из функциональной занятости в течение оперативного времени в смену (время оперативной работы); подготовительно-заключительного времени; времени обслуживания рабочего места; времени на отдых и личные надобности [1].

Функциональная занятость по отдельным профессиям устанавливается путем определения объема работ, подлежащих выполнению рабочими в течение смены, с учетом механизации и автоматизации процесса, соответствующих современному уровню организации производства на данном участке [2].

В зависимости от режима работы основного технологического оборудования — литьевых машин, термо- и реактопласт-автоматов, а также организации производства меняется характер труда литейщиков и по-разному строится функциональная занятость их в течение смены.

При работе литьевых машин в полуавтоматическом режиме литейщик непосредственно участвует в технологическом

процессе, давая команду на начало каждого следующего цикла литья. В этом случае совокупность элементов труда ограничивается рамками цикла и повторяется столько раз в смену, сколько позволяют оперативное время и технологические параметры процесса изготовления данного изделия. Число элементов труда, их последовательность и продолжительность определяются для каждого конкретного изделия.

При работе литьевых машин в автоматическом режиме оператор выполняет в основном контрольные функции в течение всей смены, производя обход всех обслуживаемых им

Таблица XII.1. Перечень элементов оперативного времени операторов (литейщиков) при работе оборудования в автоматическом режиме

Элементы оперативного времени	Повторяемость в смену			Затраты времени, с		
	безлитниковая форма	форма с отделением литника при размыкании	форма с пальчиковым литником	безлитниковая форма	форма с отделением литника при размыкании	форма с пальчиковым литником
Общее наблюдение за работой оборудования	8	8	8	30	30	30
Контроль параметров технологического процесса	8	8	8	10	10	10
Контроль качества изделий	16	16	совмещен. с удалением литника	10	10	—
Контроль количества сырья в бункере машины и подключение местного пневмотранспорта	2	2	2	90	90	90
Удаление литников вручную	—	п ₁	—	—	1	—
Удаление литников и контроль качества изделий	—	—	п ₁	—	—	Т ₁
Счет и укладка изделий в тару при упорядоченной укладке	п ₁	п ₁	п ₁	Т ₂	Т ₂	Т ₂
при укладке внасыпь	п ₁	п ₁	п ₁	1	1	1
Подготовка тары для упаковки	п ₂	п ₂	п ₂	60	60	60
Прокладка рядов изделий бумагой	п ₂	п ₂	п ₂	20	20	20
Подготовка прокладочной бумаги	1	1	1	60	60	60
Заполнение сертификата и укладка его в тару	п ₂	п ₂	п ₂	60	60	60
Вынос упакованной продукции к месту отбора	п ₂	п ₂	п ₂	60	60	60
Перемещения литейщика при обслуживании одной машины	—	—	—	180	180	180

Примечания.
1) п₁ — число циклов в смену (определяется по технологической карте для каждого изделия конкретно); 2) п₂ — число единиц тары в смену (определяется по техническим условиям на упаковку); 3) Т₁ и Т₂ — затраты времени на удаление литников, счет и укладку изделий в тару; в зависимости от гнездности определяется по «Нормативам времени на изготовление изделий из пластмасс» [4]; 4) способ упаковки (укладкой и насыпью) определяется по техническим условиям на изделие; 5) затраты времени на прокладку рядов бумагой даны укрупненно на единицу тары.

* Глава написана в соавторстве с Э. С. Козловой.

литевых машин через определенные промежутки времени. Перечень элементов оперативного времени литейщика при работе литевых машин в автоматическом режиме в зависимости от конструкции литевой формы и с учетом операции упаковки у литевых машин приведен в табл. XII.1. При централизованной упаковке необходимо из перечня элементов оперативного времени исключить все, относящееся к операции упаковки [3—6].

При централизованном управлении процессом производства литевых изделий оператор управляет технологическим процессом при помощи контрольно-измерительных приборов, смонтированных на щите в специальном помещении. В этом случае из перечня всех элементов оперативного времени (см. табл. XII.1) исключаются элементы контроля технологического процесса; содержание, время выполнения и повторяемость оставшихся операций изменяются.

Разделение труда

Существует несколько видов разделения труда. Для производства изделий методом литья под давлением рассматривается в основном функциональное и технологическое разделение труда.

По принципу функционального разделения труда выделяются следующие взаимосвязанные группы работающих:

1) производственные рабочие, деятельность которых связана непосредственно с предметом труда и направлена на его изменение и придание ему товарного вида [1];

2) вспомогательные рабочие, обеспечивающие нормальное функционирование основного производства; к этой категории работающих также относятся уборщики производственных помещений [1];

3) инженерно-технические работники (ИТР), деятельность которых обеспечивает организацию производства и управление им;

4) младший обслуживающий персонал (МОП), обеспечивающий уборку конторских помещений; сюда также относятся уборщики бытовых помещений и гардеробщики [1].

Примерное соотношение между перечисленными группами работающих (в % от общей численности работающих в литевом цехе) должно быть следующим: производственные рабочие 58—63%, вспомогательные рабочие 27—32%, ИТР 8—9%, МОП — 2% [7].

Определение функциональных групп, а также их соотношение приведено для цеховой структуры производства с централизованной системой обслуживания основного производства (ремонтные службы, ОТК, энергетическое обеспечение и т. д.).

Для другой организации производства сами группы и их процентное соотношение могут быть другими.

По принципу технологического разделения труда могут быть выделены следующие группы работающих, которые заняты: изготовлением изделий методом литья под давлением; механической обработкой; подготовкой сырья; термообработкой; внешней отделкой изделий; переработкой и утилизацией отходов; упаковкой.

Типовой профессионально-квалификационный состав рабочих производства литевых изделий (без декорирования) приведен в табл. XII.2. Наименование профессий рабочих и тарифные разряды указаны согласно единому тарифно-квалификационному справочнику (ЕТКС).

Таблица XII.2. Типовой профессионально-квалификационный состав рабочих производств литевых изделий

Профессия рабочих	Распределение рабочих по разрядам*							Ссылка на ЕТКС**
	1	2	3	4	5	6	без разряда	
Производственные рабочие								
Литейщик пластмасс	—	—	×	×	×	—	—	Вып. 27, разд. 1, § 53, 54
Помощник мастера	—	—	—	×	×	—	—	Вып. 24, § 187
Дробильщик	—	×	×	—	—	—	—	Вып. 24, § 158
Аппаратчик смешения	—	—	×	×	—	—	—	Вып. 24, § 129, 130
Обработчик литевых и прессованных изделий	—	×	×	×	—	—	—	Вып. 27, разд. 1, § 70—72
Укладчик-упаковщик	—	×	×	×	—	—	—	Вып. 1, § 301—303
Комплектовщик	—	×	—	—	—	—	—	Вып. 19, § 166
Вспомогательные рабочие								
Наладчик литевых машин	—	—	—	×	×	—	—	Вып. 27, разд. 1, § 65, 66
Слесарь-ремонтник	—	—	—	×	—	—	—	Вып. 2, разд. 8, § 145
Слесарь-электрик по ремонту электрооборудования	—	—	—	×	—	—	—	Вып. 2, разд. 8, § 154
Слесарь по КИП и автоматике	—	—	×	×	—	—	—	Вып. 2, разд. 8, § 90, 91
Транспортировщик	—	×	×	—	—	—	—	Вып. 1, § 297
Машинист сшивальной машины	—	×	—	—	—	—	—	Вып. 41, § 152
Контролер	—	—	—	×	—	—	—	Вып. 19, § 170
Лаборант по физико-механическим испытаниям	—	—	×	—	—	—	—	Вып. 1, § 118
Кладовщик	—	—	—	—	—	—	×	—
Уборщик производственных помещений	—	—	—	—	—	—	×	—

* Крестиками отмечены имеющиеся для данной профессии разряды.

** Указаны номера выпуска, раздела и параграфа ЕТКС.

Кооперация труда

Для осуществления кооперации труда рекомендуется использовать бригадную форму труда. Возможны две основные формы производственных бригад — специализированные и комплексные [8]. Специализированные бригады представляют собой объединение рабочих одной профессии или специальности (например, литейщиков пластмасс). Члены бригад могут отличаться друг от друга лишь квалификацией (тарифным разрядом). Комплексные бригады в отличие от специализированных формируются из рабочих различных профессий и специальностей. Распределение работ в бригаде осуществляется в зависимости от профессии, квалификации и состава работ, подлежащих выполнению. При этом возможны различные варианты совмещения профессий, позволяющие улучшить организацию труда и более рационально использовать рабочее время [2].

Организация рабочих мест основного производства

Организация рабочих мест в отделении изготовления изделий из термопластов методом литья под давлением зависит от режима работы оборудования; конструктивных и технологических особенностей изделий; конструкции формы и литниковой системы; уровня механизации и автоматизации процесса; уровня специализации и кооперирования на отдельных стадиях технологического процесса; систем управления технологическим процессом и производством в целом.

Следует проектировать три основные группы рабочих мест, определяемые режимом работы оборудования — полуавтоматическим, автоматическим и в автоматической линии.

Полуавтоматический режим работы. Уровень механизации труда рабочих, число единиц оборудования, находящегося на рабочем месте, и уровень специализации при полуавтоматическом режиме работы оборудования определяют рабочие места литейщиков как санитарные, механизированные, рассчитанные на многоагрегатное обслуживание и предназначенные для выполнения специализированных работ. Норма обслуживания литейщиков, работающих в полуавтоматическом режиме, составляет 2—3 машины на одного литейщика. На основании этого рекомендуются два варианта организации рабочих мест: рабочие места из двух литейковых машин и рабочие места из трех литейковых машин (и их сочетание).

Рациональная планировка рабочих мест предполагает размещение оборудования, шкафов, оргоснастки и приспособлений в зоне свободной досягаемости при минимальных перемещениях литейщика. Расположение оборудования, при котором литейщику приходится выполнять большое число наклонов, поворотов и других движений, недопустимо.

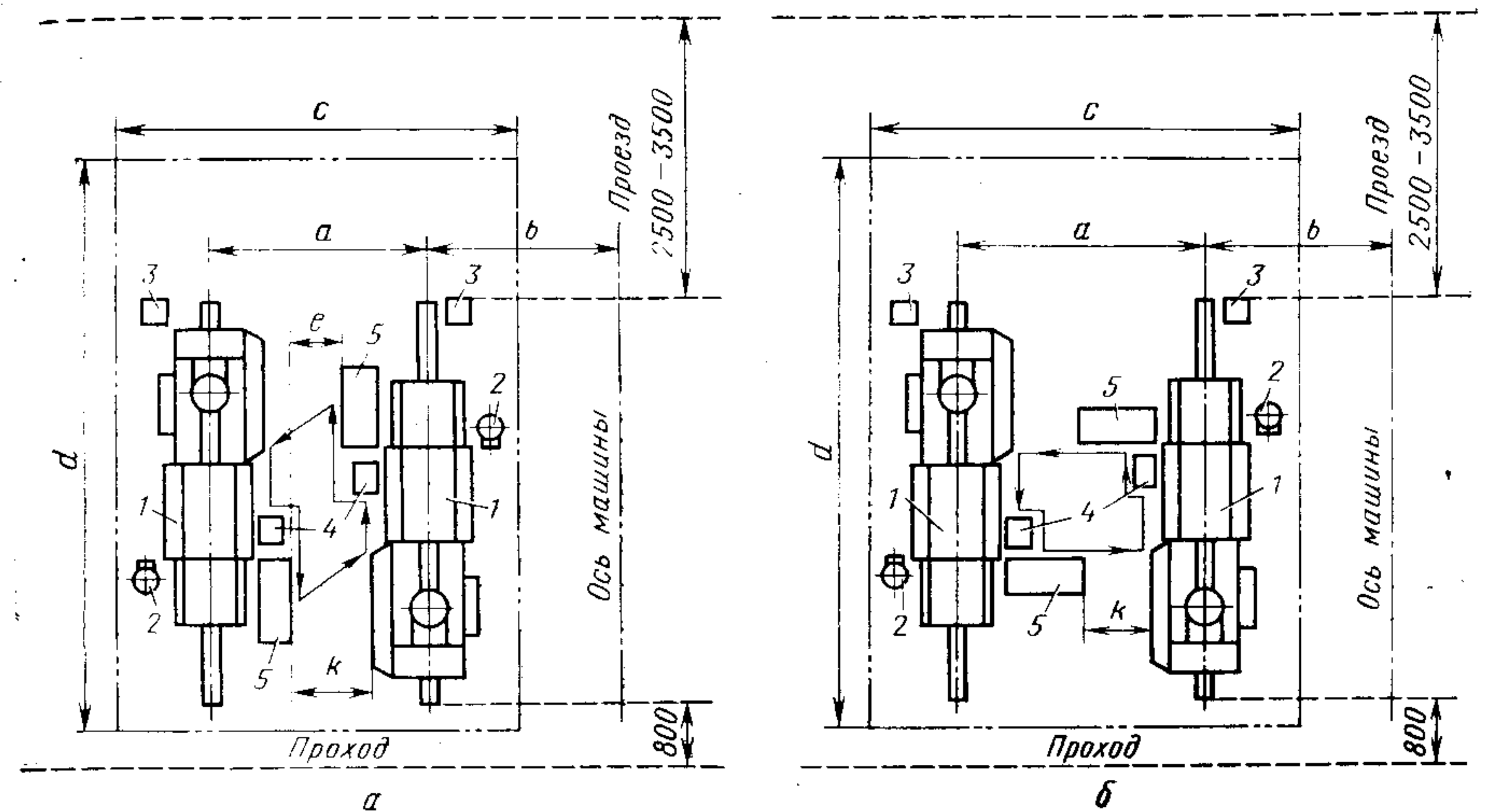


Рис. XII.1. Расположение двух литейковых машин группы I и оргоснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):

1 — литейковая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 5 — рабочий стол.

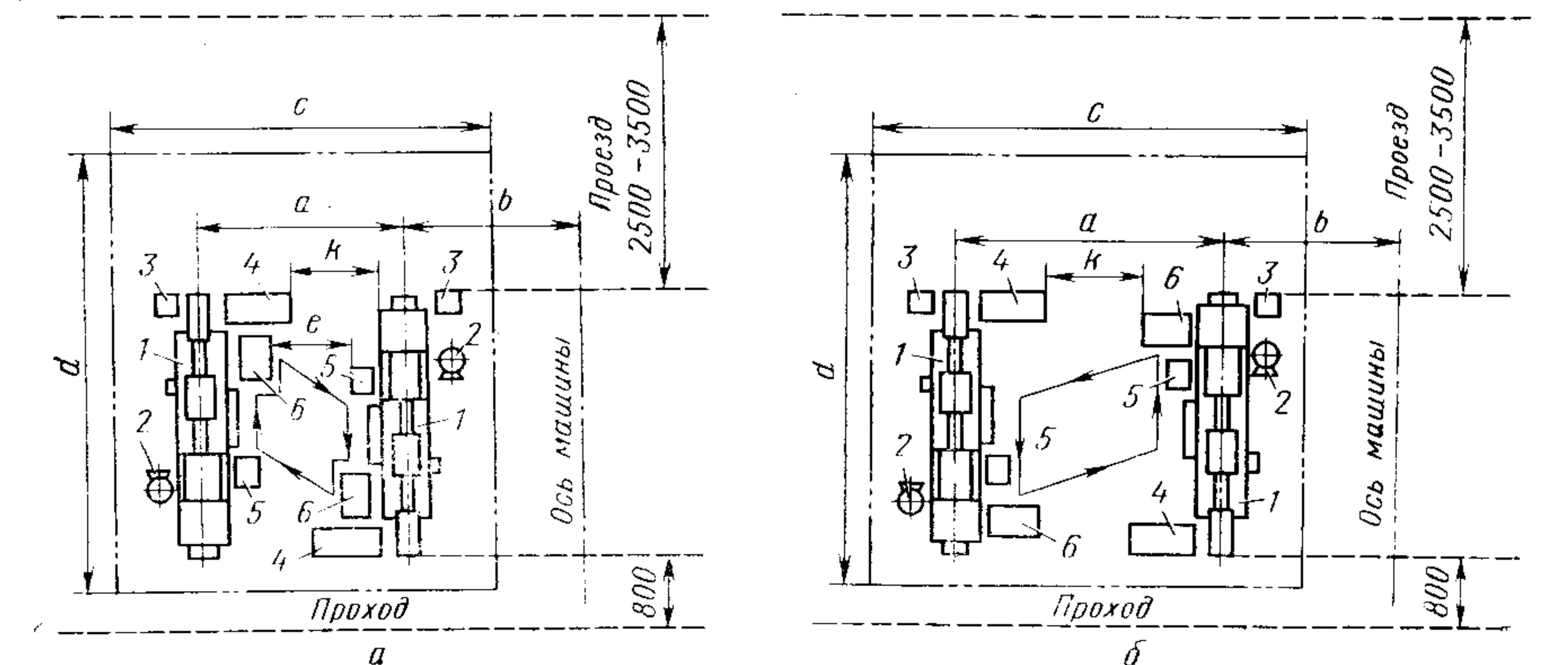


Рис. XII.2. Расположение двух литейковых машин группы II и оргоснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):

1 — литейковая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4 — электрошкаф; 5 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 6 — рабочий стол.

По комплектации устройствами управления и контроля (шкафы, пульты) все типы литейковых машин можно разделить на три группы:

- I — литейковые машины со встроенными электрошкафами;
- II — литейковые машины с одним шкафом;
- III — литейковые машины с двумя шкафами.

Для каждой группы машин определяется оптимальное рабочее место. Основными параметрами, характеризующими рабочие места у литейковых машин, являются: расстояние между ося-

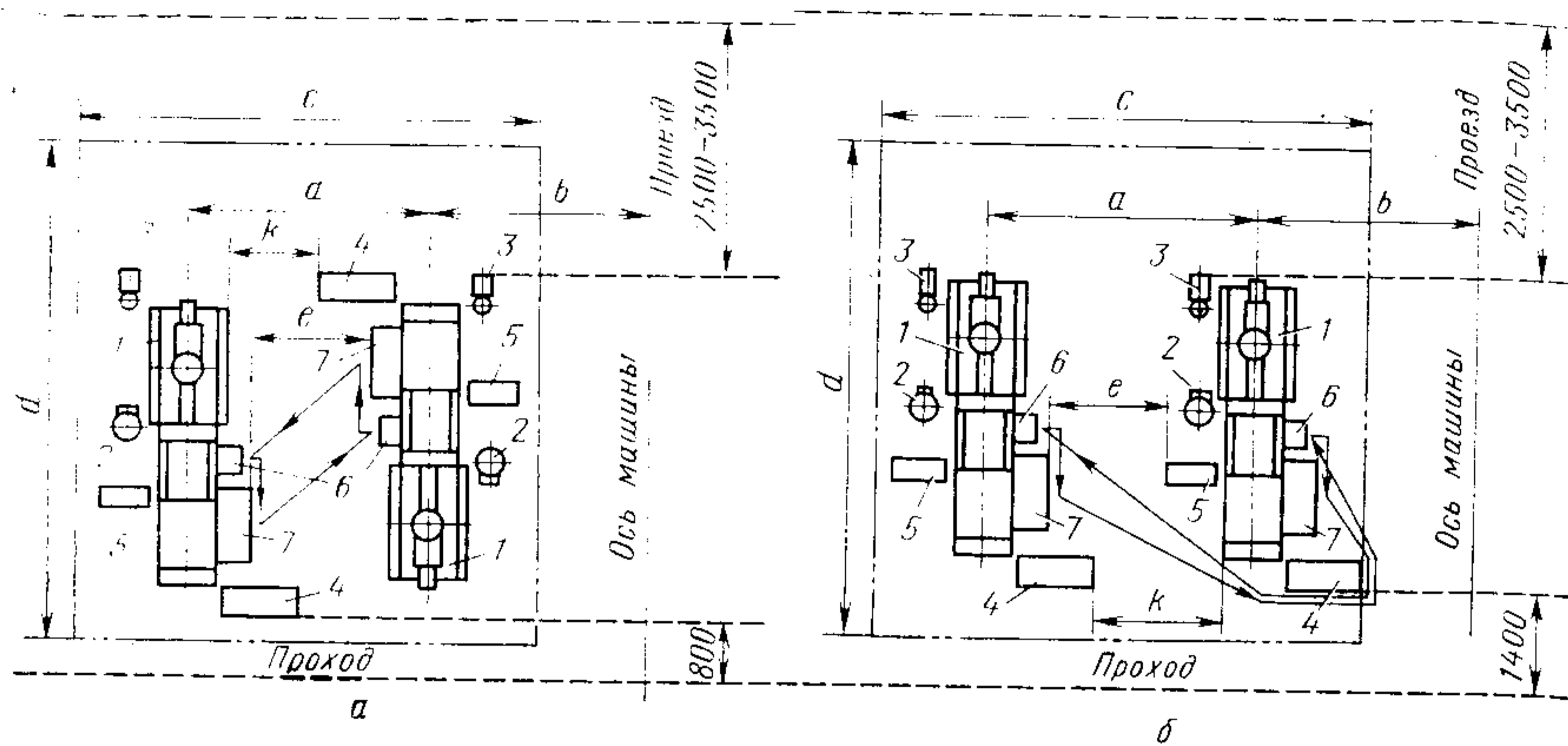


Рис. XII.3. Расположение двух литевых машин группы III и оргснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):
1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4, 5 — электрошкафы; 6 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 7 — рабочий стол.

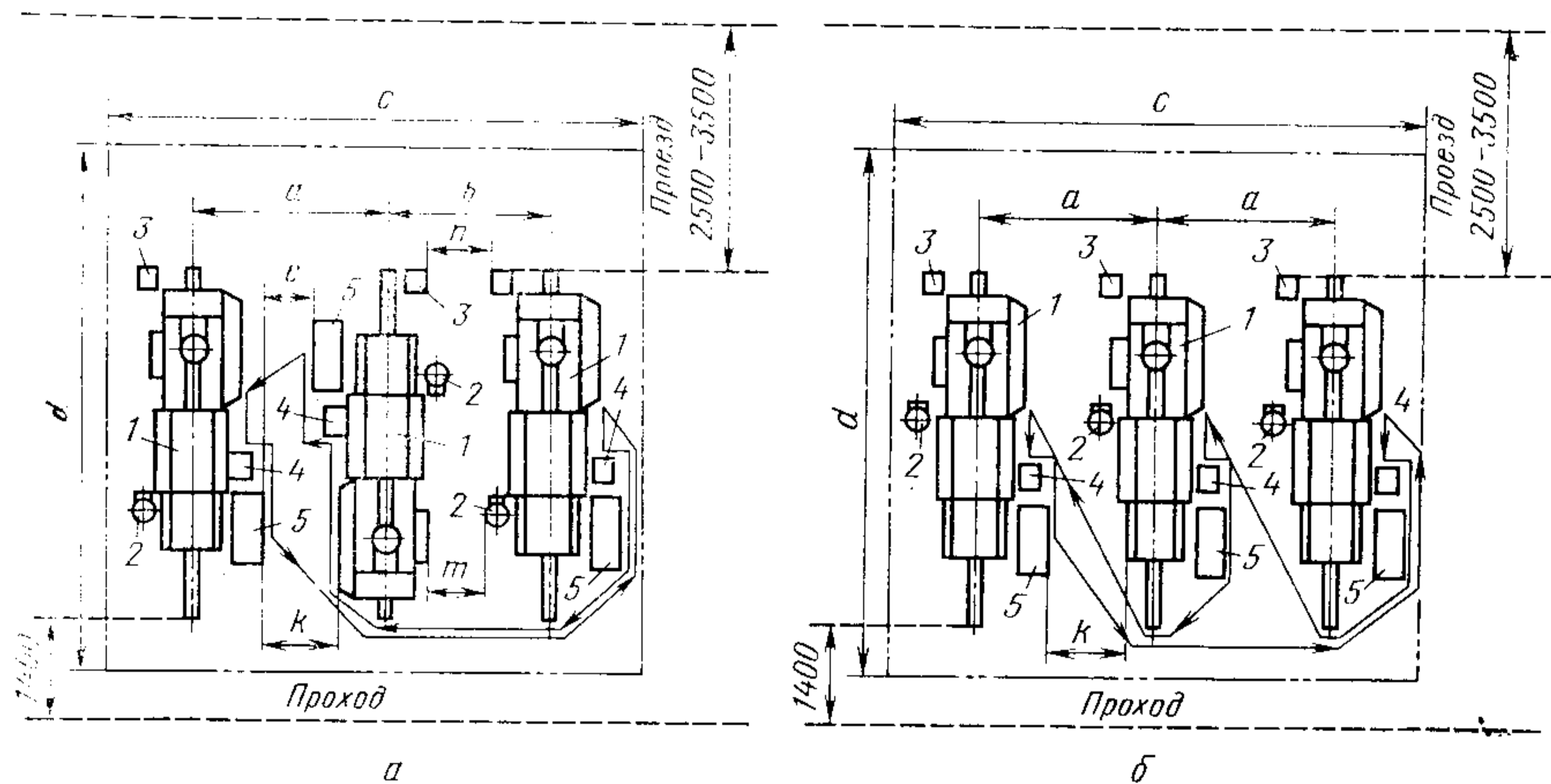


Рис. XII.4. Расположение трех литевых машин группы I и оргснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):
1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 5 — рабочий стол.

шины с тыльной стороны определяется шириной прохода между шкафами или термостатами и литевой машиной *m* и между пневмоагрегатами *n* (не менее 700 мм), а также удобством прокладки коммуникаций и выполнения работ при ремонтах, осмотрах и наладке. Габаритные размеры рабочего места определяются: ширина — расстоянием между осями машин, длина — суммой длины оборудования, половины ширины прохода и половины ширины проезда.

Ширина проезда может быть различной в зависимости от вида средств механизации и их грузоподъемности, но она не должна быть меньше 2500 мм для одностороннего проезда и 3500 мм для двустороннего. Ширина прохода может быть также разной, но не менее 800 мм. Для рабочих мест из трех литевых машин, при обслуживании которых литейщик в течение каждого цикла должен ходить по проходу, ширина прохода должна быть увеличена на 600 мм.

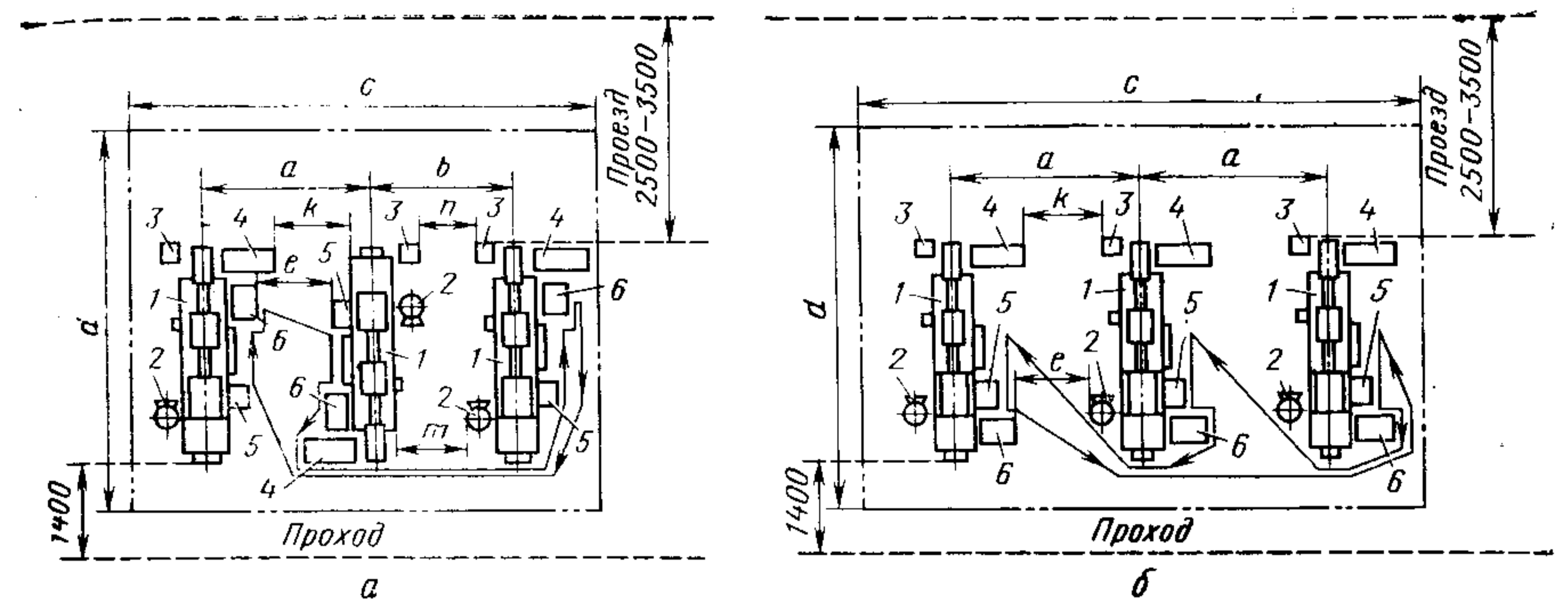


Рис. XII.5. Расположение трех литевых машин группы II и оргснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):
1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4 — электрошкаф; 5 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 6 — рабочий стол.

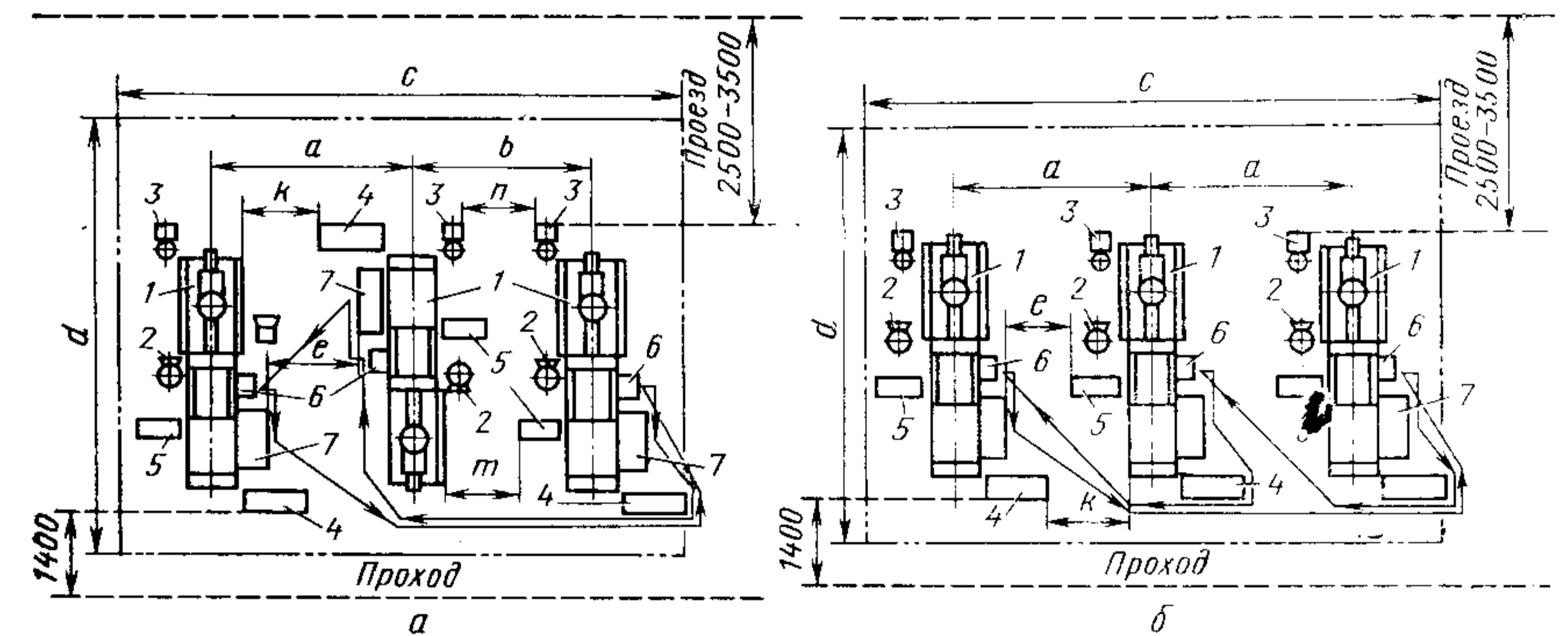


Рис. XII.6. Расположение трех литевых машин группы III и оргснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):
1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмоагрегат; 4, 5 — электрошкафы; 6 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 7 — рабочий стол.

шины с тыльной стороны определяется шириной прохода между шкафами или термостатами и литевой машиной *m* и между пневмоагрегатами *n* (не менее 700 мм), а также удобством прокладки коммуникаций и выполнения работ при ремонтах, осмотрах и наладке. Габаритные размеры рабочего места определяются: ширина — расстоянием между осями машин, длина — суммой длины оборудования, половины ширины прохода и половины ширины проезда.

Ширина проезда может быть различной в зависимости от вида средств механизации и их грузоподъемности, но она не должна быть меньше 2500 мм для одностороннего проезда и 3500 мм для двустороннего. Ширина прохода может быть также разной, но не менее 800 мм. Для рабочих мест из трех литевых машин, при обслуживании которых литейщик в течение каждого цикла должен ходить по проходу, ширина прохода должна быть увеличена на 600 мм.

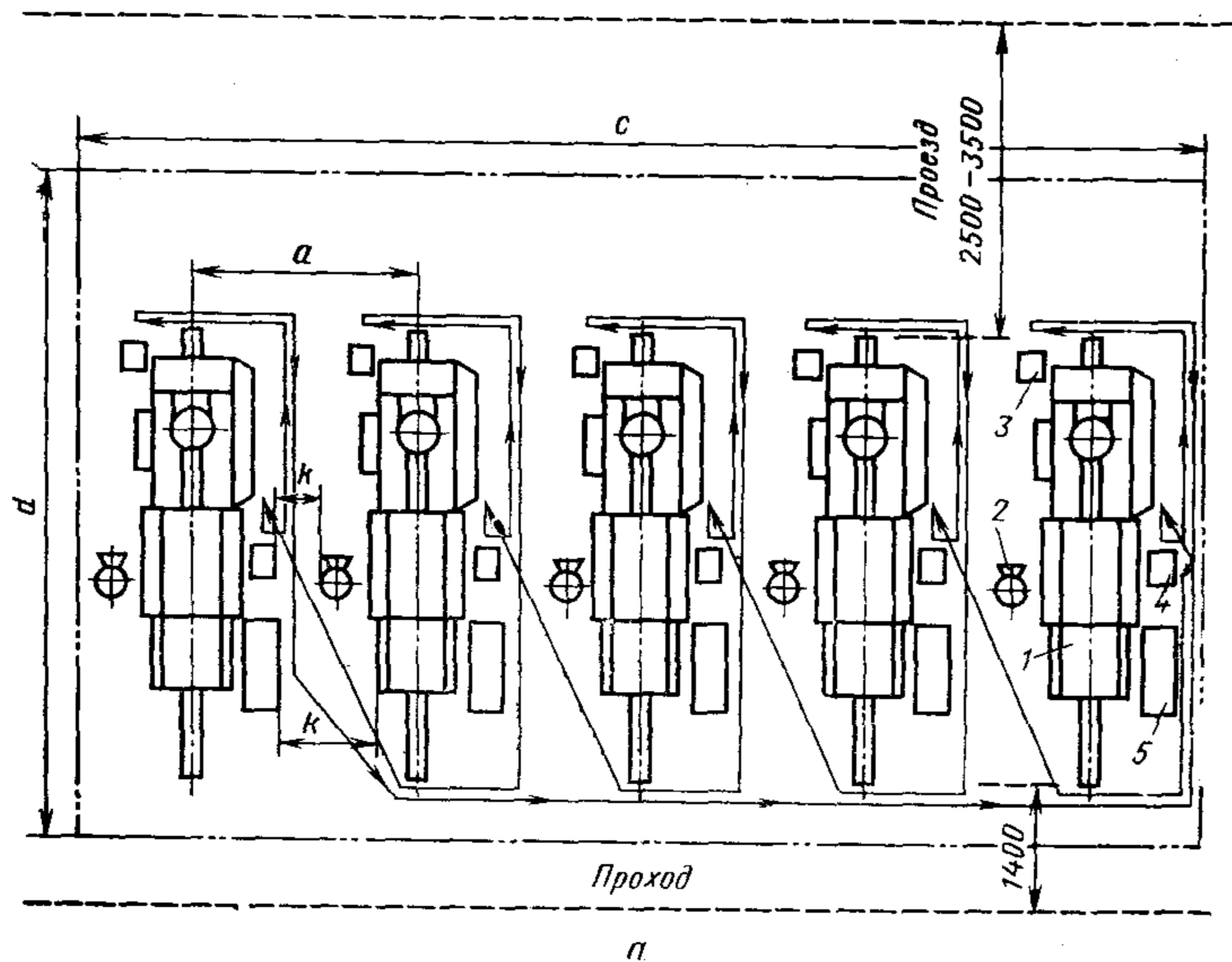


Рис. XII.7. Расположение пяти литевых машин группы I и оргоснастки на рабочем месте (а — рекомендуемое, б — допустимое):

1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмозагрузчик; 4 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 5 — рабочий стол.

На рис. XII.1—XII.6 приведены рекомендуемые и допустимые варианты расположения литевых машин различных групп при полуавтоматическом режиме работы и указаны наиболее рациональные маршруты движения оператора при обслуживании машин.

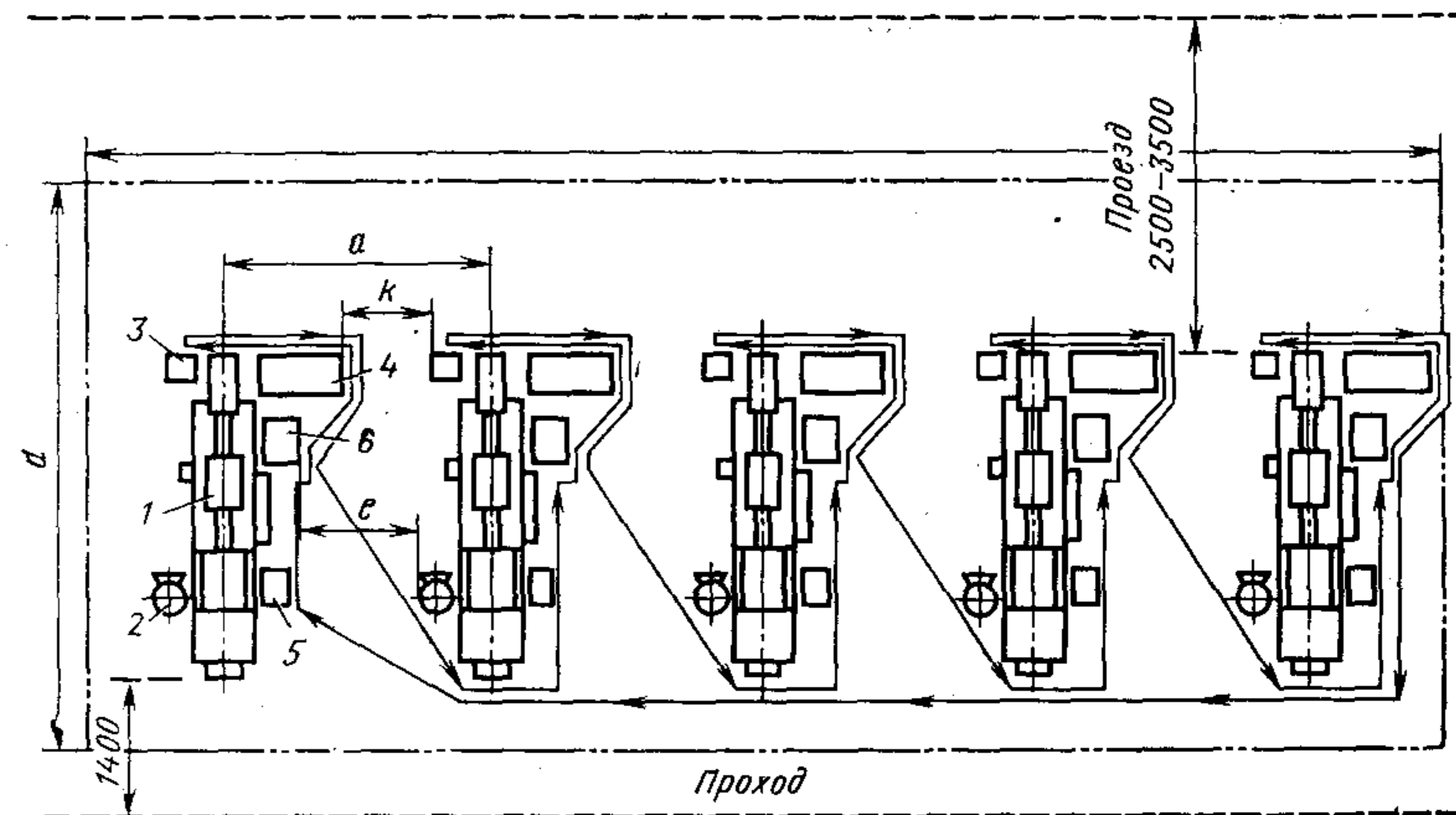


Рис. XII.8. Расположение пяти литевых машин группы II и оргоснастки на рабочем месте:

1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмозагрузчик; 4 — электрошкаф; 5 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 6 — рабочий стол.

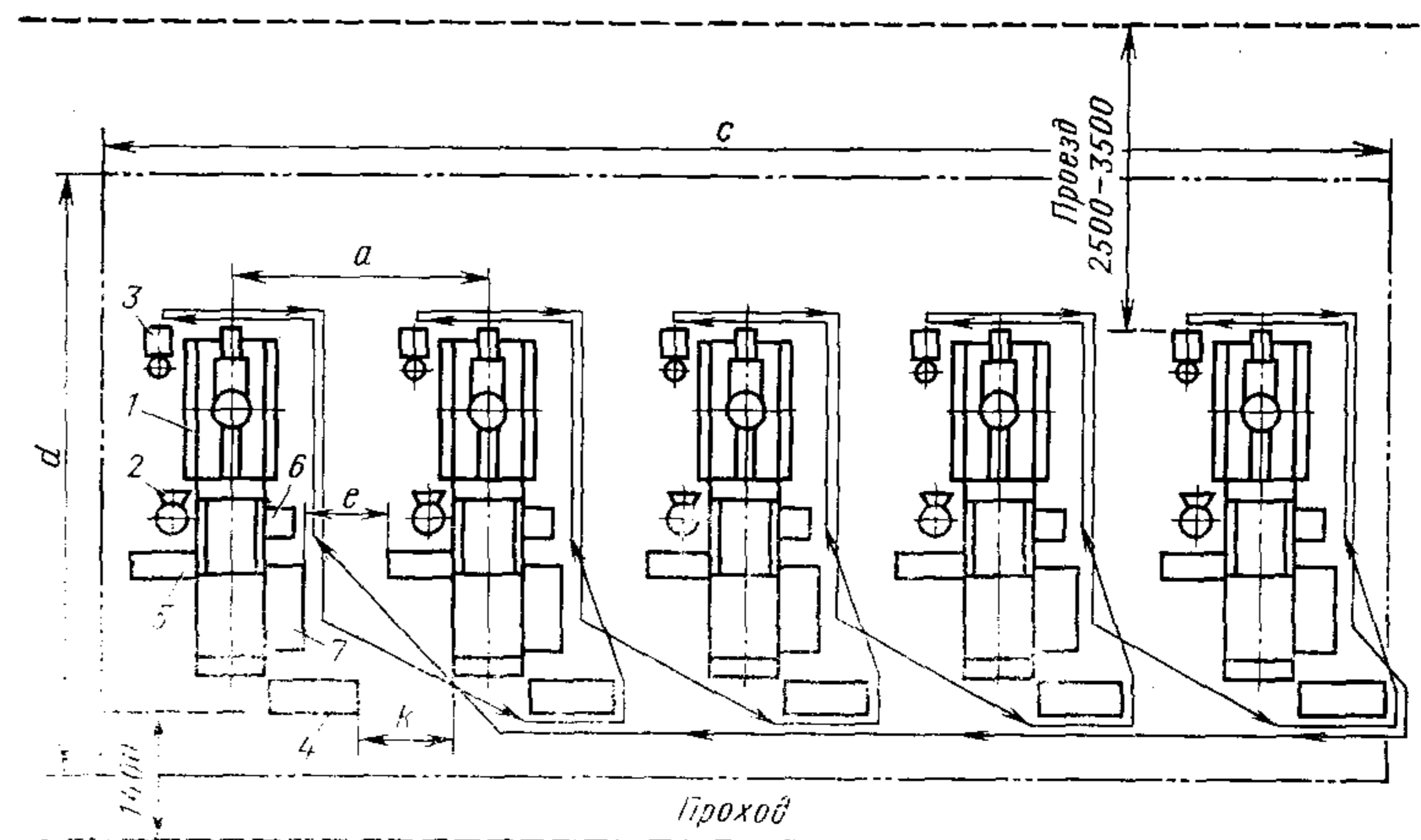


Рис. XII.9. Расположение пяти литевых машин группы III и оргоснастки на рабочем месте:

1 — литевая машина; 2 — термостатирующий агрегат; 3 — пневмозагрузчик; 4, 5 — электрошкафы; 6 — лоток для полуфабрикатов (готовой продукции); 7 — рабочий стол.

Автоматический режим работы. Рабочие места операторов при автоматическом режиме работы оборудования могут быть охарактеризованы как стационарные, автоматизированные, рассчитанные на многоагрегатное обслуживание и предназначенные для выполнения узкоспециализированных работ.

Все сказанное об организации рабочих мест при полуавтоматическом режиме справедливо и для рабочих мест литей-

щиков при автоматическом режиме работы с той лишь разницей, что требования к организации рабочих мест при автоматическом режиме несколько выше.

Для литевых машин, не объединенных в поточные линии, норма обслуживания составляет в среднем 5 машин на одного литейщика.

На рис. XII.7—XII.9 приведены рекомендуемые и допустимые варианты расположения оборудования, составленные исходя из тех же соображений, которые принимаются во внимание при расположении оборудования, работающего в полуавтоматическом режиме. На этих рисунках указаны основные параметры, характеризующие каждое рабочее место: расстояние между осями машин a и габаритные размеры рабочего места — длина d и ширина c . Кроме того, обозначены расстояния, которые являются определяющими при компоновке оборудования (e, k, m, n). Эти расстояния в зависимости от типа оборудования и расположения шкафов, оснастки и оборудования могут быть различными, но при этом e и k должны быть не менее 800 мм, а n — не менее 700 мм. Ширину проездов и проходов рекомендуется принимать такой же, как и при работе в полуавтоматическом режиме.

Удобство планировки рабочих мест в случае объединения литевых машин в поточные или автоматические линии определяется расположением технологической оснастки, оргоснастки и электрошкафов, направлением грузопотоков, способом отбора готовой продукции и способом прокладки энергокоммуникаций. Наиболее целесообразно все коммуникации и транспортеры для отбора готовой продукции прокладывать в проходном канале под оборудованием. В этом случае применяется расположение литевых машин, рекомендуемое для автоматического режима работы. Такое расположение литевых машин позволяет осуществить и другие способы механизации отбора готовой продукции.

Организация рабочих мест вспомогательных рабочих

Отличительными особенностями организации рабочих мест вспомогательных рабочих, занятых текущим обслуживанием производства, являются: большое разнообразие выполняемых работ, что оказывает влияние на оснащение рабочих мест, их планировку и вид (стационарные и передвижные); разнообразие возможных мест выполнения работ, требующее соответствующего оснащения зон обслуживания; подчиненность организации рабочих мест общим требованиям системы обслуживания производства в целом [6, 9, 10].

Расчет норм обслуживания основного технологического оборудования

При наличии конкретной номенклатуры изделий норма обслуживания литевых машин (число единиц оборудования $N_{\text{обсл}}$, обслуживаемых одним человеком) рассчитывается по следующим формулам [2].

При работе в автоматическом режиме:

$$N_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{см}} - T'_{\text{пз}} - T_{\text{л}}}{T''_{\text{пз}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{оп}} (1 + a_1)} \quad (\text{XII.1})$$

При работе в полуавтоматическом режиме:

$$N_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{о}} + T_{\text{вн}}}{T_{\text{вн}} + T_{\text{вп}}} K_{\text{д}} \quad (\text{XII.2})$$

где $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены (480 мин); $T'_{\text{пз}}$ — подготовительное время, нормируемое на одного человека в смену (2 мин); $T_{\text{л}}$ — время на личные надобности, нормируемое на одного человека в смену (10 мин); $T''_{\text{пз}}$ — подготовительно-заключительное время, нормируемое на единицу оборудования (6 мин); $T_{\text{обсл}}$ — время обслуживания, нормируемое на единицу оборудования в смену (для полуавтоматического режима 7 мин, для автоматического режима — 5 мин); $T_{\text{оп}}$ — время оперативной работы на единицу оборудования в смену (определяется на основании расчета), мин; $T_{\text{оп}} a_1 = T_{\text{от}}$ ($T_{\text{от}}$ — время на отдых в зависимости от оперативного времени в смену), мин; a_1 — доля оперативного времени, расходуемая на отдых (определяется в зависимости от тяжести труда и санитарно-гигиенических условий по нормам НИИтруда [8] ориентировочно: для полуавтоматического режима — 0,11, для автоматического режима — 0,05); $T_{\text{о}}$ — основное время, включающее время на смыкание формы, впрыскивание материала, выдержку и разъем формы, c (время выдержки определяется по технологической карте для данного изделия, время на смыкание и размыкание формы и впрыскивание материала — по паспорту на оборудование); $T_{\text{вн}}$ — вспомогательное время работы, не перекрываемое основным временем, c [8]; $T_{\text{вп}}$ — вспомогательное время работы, перекрываемое основным временем, c [8]; $K_{\text{д}}$ — коэффициент, учитывающий паузы в работе и возможные отклонения действительного времени занятости от его средних значений, заложенных в нормативах; рекомендуется $K_{\text{д}}$ принимать равным 0,8—0,9.

В связи с незначительным изменением оперативного времени в смену при разных нормах обслуживания для практического использования рекомендуется упрощенный вариант формулы для работы в автоматическом режиме, при котором время отдыха нормируется на человека в смену:

$$N_{\text{обсл}} = \frac{T_{\text{см}} - T'_{\text{пз}} - T_{\text{от}} - T_{\text{л}}}{T''_{\text{пз}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{оп}}} \quad (\text{XII.3})$$

При обслуживании одним рабочим нескольких единиц оборудования, на которых изготавливают различные изделия, норму обслуживания необходимо определять, исходя из условной численности рабочих, приходящихся на единицу оборудования, по выпуску каждого изделия. Эта величина называется коэффициентом занятости литейщика и определяется по формуле:

$$K_{\text{з}} = 1/N_{\text{обсл}} \quad (\text{XII.4})$$

Значение коэффициента занятости ≤ 1 .

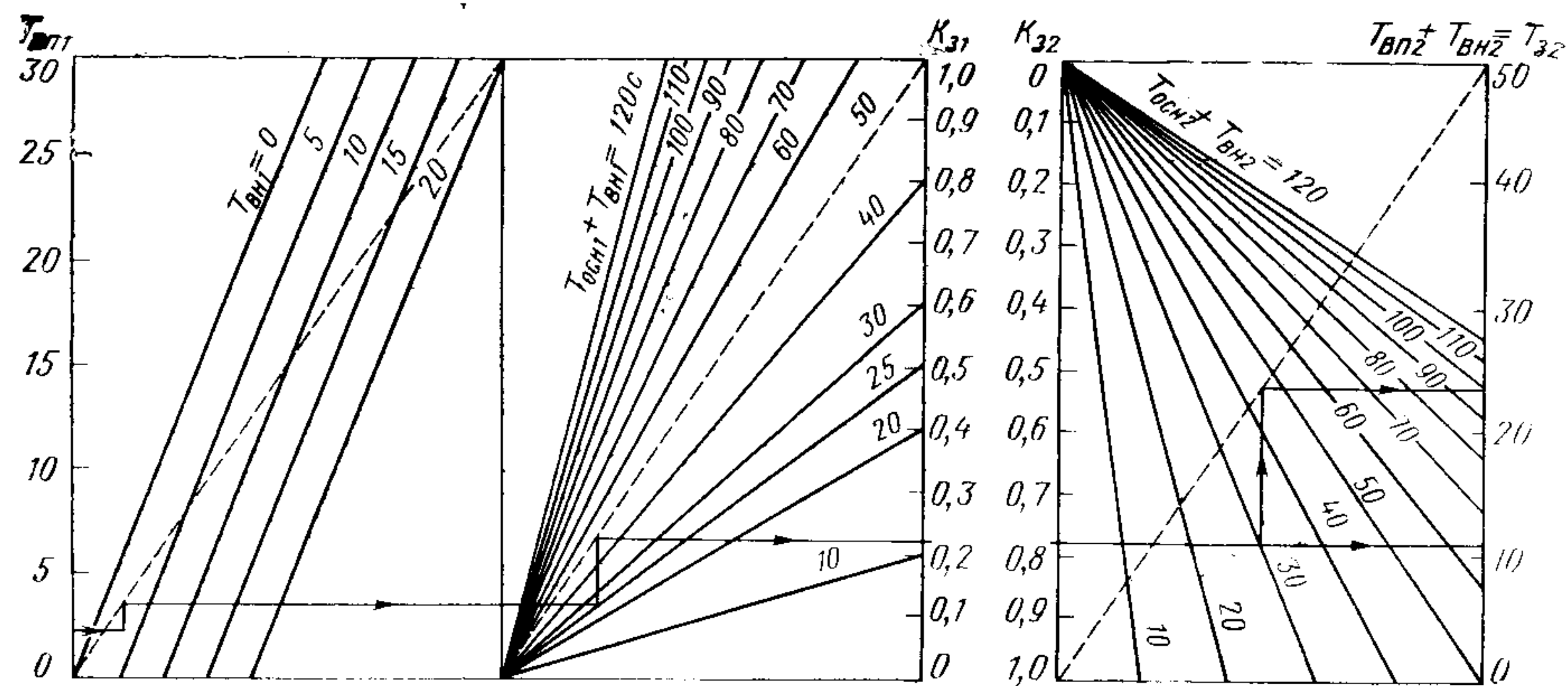


Рис. XII.10. Номограмма для расчета коэффициентов занятости операторов (литейщиков) по составляющим цикла.

При обслуживании нескольких единиц оборудования необходимо определять суммарный коэффициент занятости. Например, для одного изделия норма обслуживания $N_{обсл}$ составляет 3,5 единицы оборудования, а для другого она равна 1,4 единицы оборудования. Суммарный коэффициент занятости составит:

$$K_3 = \frac{1}{3,5} + \frac{1}{1,4} = 0,29 + 0,71 = 1$$

В этом случае, если суммарный коэффициент занятости литейщика больше или значительно меньше единицы, необходимо подобрать такое сочетание деталей, при котором его значение было бы оптимальным (0,9—1,0) [11].

Для упрощения инженерных расчетов и ограничения подбора изделия, которое может быть установлено на рядом стоящую машину для обеспечения оптимальной загрузки рабочего при обслуживании двух машин, работающих в полуавтоматическом режиме, рекомендуется пользоваться номограммой, приведенной на рис. XII.10.

По данным составляющих цикла изготовления первого изделия ($T_{вн1}$, $T_{очн1}$, $T_{очн1} + T_{вн1}$) определяют значение коэффициента занятости K_{31} и K_{32} [11]. Выполняется это по номограмме в следующей последовательности. На оси ординат первого квадранта откладывают значение $T_{вн1}$ и из полученной точки проводят прямую, параллельную оси абсцисс до пересечения с одной из наклонных прямых, соответствующих определенным значениям $T_{вн1}$. Из найденной точки опускают перпендикуляр на диагональ первого квадранта и через точку пересечения проводят прямую, параллельную оси абсцисс до пересечения ее с пучком прямых во втором квадранте. Эти прямые, образующие пучок, соответствуют значениям ($T_{очн1} + T_{вн1}$). Далее с помощью диагонали второго квадранта переносят найденное

значение на правую ось ординат, где приведены значения K_{31} , которым соответствуют значения K_{32} на сопряженной шкале третьего квадранта.

Линия, проведенная через точки K_{31} и K_{32} параллельно оси абсцисс в третьем квадранте, пересекает пучок прямых, соответствующих сумме $T_{очн2} + T_{вн2}$, которая представляет собой продолжительность цикла изготовления второго изделия. При этом некоторые прямые из пучка не пересекаются горизонтальной линией. Соответствующие им значения продолжительности цикла изготовления второго изделия из рассмотрения исключаются. На приведенном рисунке область поиска ограничена максимальным значением $T_{очн2} + T_{вн2} = 64$ с. Таким образом, из рассмотрения должны быть исключены изделия, имеющие продолжительность цикла больше 64 с.

Если сумма $K_{31} + K_{32} < 1$ (рекомендуется не меньше 0,8—0,9), то диапазон поиска несколько увеличивается, так как прямая, проведенная в третьем квадранте через найденную точку на оси K_{32} , может сместиться на несколько делений вверх. Смещение вниз от найденного значения на оси K_{32} не допускается, так как в этом случае сумма $(K_{31} + K_{32}) > 1$, что свидетельствует о перепрузке рабочего и простоях оборудования. На внешней оси ординат третьего квадранта номограммы приведены значения времени занятости рабочего при обслуживании второй машины $T_{32} = T_{вн2} + T_{вп2}$, определить которые можно, перенеся полученные значения $T_{очн2} + T_{вн2}$ с помощью диагонали и проведя прямую, параллельную оси абсцисс. Если $T_{очн2} + T_{вн2} = 30$ с (в рассматриваемом примере), то T_{32} должно быть меньше или равно 23,5 с. Полученное значение T_{32} для определенного значения суммы $T_{очн2} + T_{вн2}$ служит также ограничивающим условием в поиске необходимого изделия.

Определение оптимальных соотношений использования оборудования и занятости литейщиков [11]. Поскольку на действующих заводах в программе каждого литейного цеха примерно 200—400 наименований изделий, изготавливаемых на различных литейных машинах, то постоянно необходимо решать вопросы наиболее рациональной загрузки оборудования при минимальной численности литейщиков. Для этого по каждому изделию надо знать расчетное число суток работы оборудования в месяц и коэффициент занятости литейщика.

Расчетное число суток работы оборудования в месяц на каждом конкретном изделии может быть определено по формуле

$$P_c = \frac{M_{пр}}{H_{сс}} K_{д1} \quad (XII.5)$$

где P_c — число суток работы оборудования на данном изделии в течение месяца; $M_{пр}$ — месячная производственная программа по данному изделию, шт.; $H_{сс}$ — норма съема по данному изделию с единицы оборудования за смену, шт.; c — число смен работы в сутки; $K_{д1}$ — коэффициент, учитывающий потери времени от номинального фонда времени работы оборудования на ремон-

ты и технологические простои и определяемый как отношение действительного фонда времени работы оборудования к номинальному; в производстве литейных изделий $K_{дл}$ следует принимать: для оборудования, работающего в автоматическом режиме — 0,863, в полуавтоматическом режиме — 0,869.

При определении нормы съема изделий с единицы оборудования в смену следует учитывать внутрисменные потери времени: при полуавтоматическом режиме — время обслуживания рабочего места, подготовительно-заключительное, время на отдых и личные надобности; при автоматическом режиме — время обслуживания рабочего места. В первом случае (при полуавтоматическом режиме) коэффициент использования оборудования по времени в течение смены следует принимать 0,93, во втором — 0,95. Определение коэффициентов занятости литейщиков по каждому изделию подробно изложено выше [см. формулу (XII.4)].

Зная число суток работы оборудования в месяц и коэффициенты занятости литейщиков по каждому изделию, необходимо определить месячную трудоемкость изготовления каждого изделия (в человеко-днях):

$$T = P_c K_z \quad (XII.6)$$

Далее необходимо определить суммарную трудоемкость изготовления всех изделий месячной программы и суммарные затраты машино-дней, исходя из которых определяются расчетное число рабочих мест в цехе (т. е. численность литейщиков), расчетное количество оборудования в цехе и усредненное количество оборудования на рабочем месте

$$N_{рм} = \sum T/22 \quad (XII.7)$$

где $N_{рм}$ — расчетное число рабочих мест в цехе; 22 — среднее число рабочих дней в месяц при пятидневной рабочей неделе; $\sum T$ — суммарная трудоемкость изготовления всех изделий месячной программы.

$$n_p = \sum P_c/22 \quad (XII.8)$$

где n_p — расчетное количество оборудования в цехе; P_c — суммарные затраты машино-дней на месячную программу.

$$Ц = n_p/N_{рм} \quad (XII.9)$$

где $Ц$ — усредненное количество оборудования на рабочем месте, обслуживаемом одним литейщиком.

Рабочие места необходимо формировать, исходя из расчетного количества оборудования и рабочих мест (определяемых по формулам (XII.7) — (XII.9) с учетом коэффициентов занятости).

Основные факторы, влияющие на формирование рабочих мест, следующие:

территориальный — в состав рабочего места включают (по возможности) рядом стоящее оборудование;

Таблица XII.3. График ежедневной загрузки оборудования на одном рабочем месте, включающем 4 литейные машины (пример)

Режим работы	Изделие	Количество дней работы	Коэффициент занятости по дням месяца																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1. Авт.	Ролик	22	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
2. Авт.	Ручка фиксатора	10	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
П/а	Вкладыш шарового шарнира	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. П/а	Крышка соединительная	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Авт.	Кагушка	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Авт.	Шайба	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Авт.	Ручка	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Авт.	Ручка	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
П/а	Опора	9	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490	0,490
П/а	Подшипник	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Авт.	Оправа для зеркала	6	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Авт.	Корпус телевизора	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Авт.	Наконечник	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Итого:		0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990

Таблица XII.4. Фонд времени работы оборудования

Режим работы	Число смен	Номинальный годовой фонд времени, ч	Потери времени*		Действительный годовой фонд времени, ч
			%	ч	
Автоматический	3	6490	13,7	890	5600
Полуавтоматический	3	6210	13,1	810	5400
	2	4140	13,1	540	3600

* На ремонт и технологические переналадки, внутрисменные потери.

коэффициент занятости (суммарный), который не должен превышать единицы;

рациональное чередование изделий по трудоемкости изготовления, обеспечивающее полную загрузку оборудования в течение месяца.

На основании приведенных расчетов составляют графики ежедневной загрузки оборудования на каждом рабочем месте, на каждый день месяца и на каждую единицу оборудования. В табл. XII.3 в качестве примера приведен график ежедневной загрузки 4 литьевых машин в течение месяца, изготавливающих 13 наименований изделий.

Численность основных и вспомогательных рабочих

Численность рабочих, занятых на ненормируемых работах, может быть рассчитана по нормам обслуживания, по числу рабочих мест и по нормативам численности рабочих.

Расчет по нормам обслуживания рекомендуется производить по формуле

$$Ч = ncK_{сп}/N_{обсл} \quad (XII.10)$$

где Ч — численность рабочих (списочный состав); n — число единиц однотипного оборудования в цехе или на участке; c — число смен; $K_{сп}$ — коэффициент определения списочного состава; $N_{обсл}$ — норма обслуживания.

В некоторых случаях (при решении задач технологического или квалификационного разделения труда, при расстановке рабочих по видам работ) расчет по нормам обслуживания рекомендуется проводить по формуле

$$Ч = n\Phi_d / fN_{обсл} \quad (XII.11)$$

где Φ_d — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы оборудования, ч (табл. XII.4); f — действительный (расчетный) годовой фонд времени работы рабочего, ч (табл. XII.5).

Расчет численности такой категории обслуживающих рабочих, как уборщики производственных помещений, может быть

произведен на основании планового объема работы и нормы обслуживания по формуле

$$Ч = PK_{сп}/N_{обсл} \quad (XII.12) [1;2]$$

где P — плановый объем работы, m^2 (для укрупненных расчетов принимать 40% общей площади); $N_{обсл}$ — норма обслуживания, $m^2/чел$ (укрупненно принимается 1100 $m^2/чел$. для цехов по переработке пластмасс).

Расчет по нормативам численности рабочих рекомендуется проводить по формуле

$$Ч = P/B \quad (XII.13) [1;2]$$

где B — норматив численности на одного рабочего в тех же единицах, что и плановый объем работ.

Для тех категорий рабочих, для которых нельзя установить ни нормы обслуживания, ни норматива численности, расчет рекомендуется проводить по формуле

$$Ч = K_{сп}m \quad (XII.14)$$

где m — число рабочих мест.

Результаты расчетов по приведенным выше формулам могут быть уточнены, исходя из наиболее рациональной формы разделения и кооперации труда и правильной расстановки рабочих по рабочим местам в каждом конкретном случае.

ПРОИЗВОДСТВО ПРЕССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Организация труда в производстве пресс-изделий имеет много общего с организацией труда в производстве литьевых изделий; поэтому ниже мы остановимся только на тех вопросах, решение которых связано с конструктивными особенностями прессового оборудования.

Типовой профессионально-квалификационный состав рабочих производства прессовых изделий приведен в табл. XII.6. Рабочие места в отделении прессования для гидравлических прессов-полуавтоматов могут быть охарактеризованы как стационарные, механизированные, рассчитанные на многоагрегат-

Таблица XII.5. Фонд времени работы рабочих

Продолжительность основного отпуска, сут	Продолжительность дополнительного отпуска, сут	Номинальный годовой фонд времени, ч	Потери времени*		Действительный годовой фонд времени, ч	Коэффициент определения списочного состава, $K_{сп}$
			%	ч		
15	—	2070	10	207	1800	1,11
12	6	2070	11	228	1840	1,12
12	12	2070	12	248	1820	1,14

* По болезни и отпускам, на выполнение государственных обязанностей.

Таблица XII.6. Типовой профессионально-квалификационный состав рабочих производств прессовых изделий

Профессия рабочих	Распределение рабочих по разрядам*							Ссылка на ЕТКС**
	1	2	3	4	5	6	Без разряда	
Производственные рабочие								
Прессовщик	×	×	×	×	×	—	—	Вып. 27, разд. 1, § 84—88
Обработчик литевых и прессованных изделий	×	×	×	×	—	—	—	Вып. 27, разд. 1, § 70
Укладчик-упаковщик	—	×	×	×	—	—	—	Вып. 1, § 301—303
Таблетировщик	—	×	×	—	—	—	—	Вып. 2, § 207—208
Загрузчик-выгрузчик	—	×	×	—	—	—	—	Вып. 2, § 160
Комплектовщик	—	×	—	—	—	—	—	Вып. 19, § 166
Помощник мастера	—	×	—	×	×	—	—	Вып. 24, § 187
Вспомогательные рабочие***								
Наладчик кузнечно-прессового оборудования	—	—	—	—	—	—	—	Вып. 2, разд. 4, § 45, 46

* Крестиками отмечены имеющиеся для данной профессии разряды.

** Указаны номера выпуска, раздела и параграфа ЕТКС.

*** Квалификация вспомогательных рабочих остальных профессий принимается по табл. XII.2.

ное обслуживание и на выполнение специализированных работ. Средняя норма обслуживания — 2 пресса. По характеру оснащения вспомогательным оборудованием рекомендуется три группы рабочих мест:

I группа — один рабочий стол на два пресса, высокочастотная установка (ВЧУ) на каждый пресс, стол к каждой высокочастотной установке;

II группа — рабочие столы у каждого пресса, высокочастотная установка для скоростного нагрева одна на два пресса с двумя столами;

III группа — рабочие столы у каждого пресса, высокочастотная установка со столом на каждый пресс.

Основными параметрами, характеризующими рабочие места прессовщиков, являются: расстояние между осями прессов данного рабочего места a , расстояние до оси пресса соседнего рабочего места b , расстояние между осями прессов следующего ряда k , габаритные размеры рабочего места — длина c и ширина d . Расстояние между осями прессов a ограничивается шириной зоны обслуживания непосредственно перед прессом m (не менее 750 мм), а также расстоянием между боковыми сторонами прессов данного рабочего места e (не менее 900 мм). Расстояние до оси пресса соседнего рабочего места b определяется теми же показателями m и e с учетом необходимости и

удобства размещения вспомогательного оборудования и оснастки. Расстояние между осями прессов следующего ряда k определяется габаритами пресса, габаритами ВЧУ или рабочего стола и шириной прохода между рабочими местами n (≥ 2000 мм).

На рис. XII.11 — XII.16 приведены различные варианты расположения прессов для разных групп рабочих мест и указаны наиболее рациональные пути переходов прессовщиков в процессе работы. Предпочтение какому-либо из вариантов может быть отдано на основании оценки организации производства на всем участке или в отделении, средств механизации, удобства прокладки коммуникаций и расположения проездов.

Рабочие места операторов прессов-автоматов могут быть охарактеризованы как стационарные, автоматизированные, рассчитанные на многоагрегатное обслуживание и предназначенные для выполнения узкоспециализированных работ. Средняя норма обслуживания составляет 4 пресса-автомата на одном рабочем месте, обслуживаемом одним оператором. На каждые два пресса ставят один рабочий стол.

С точки зрения конструктивных особенностей прессов-автоматов могут быть две группы рабочих мест: I группа — прессы с порошковой приставкой, II группа — прессы со шнековой приставкой. Основные параметры, характеризующие рабочие места, те же, что и для прессов-полуавтоматов.

Кроме того, обозначены расстояния, которые являются определяющими при выполнении компоновки оборудования (s и t). Эти расстояния в зависимости от организации производства и средств механизации по подаче сырья и отбору готовой продукции могут быть различными, но при этом t должно быть не менее 1000 мм и s — не менее 1500 мм.

На рис. XII.17 — XII.20 приведены различные варианты расположения прессов-автоматов для разных групп рабочих мест.

Организация труда при производстве изделий из реактопластов на роторных линиях, линиях непрерывного прессования должна разрабатываться в каждом случае для каждого вида оборудования, исходя из конструкции оборудования, ассортимента продукции и условий размещения. Методологически подход к разработке вопроса организации труда подобен описанному выше.

ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРУЗИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В отличие от литья и прессования производства экструзионных изделий (пленок, труб, листов и выдувных изделий) оснащены оборудованием, работающим непрерывно и представляющим собой комплекты технологические линии с законченным циклом производства. Типовой профессионально-квалифи-

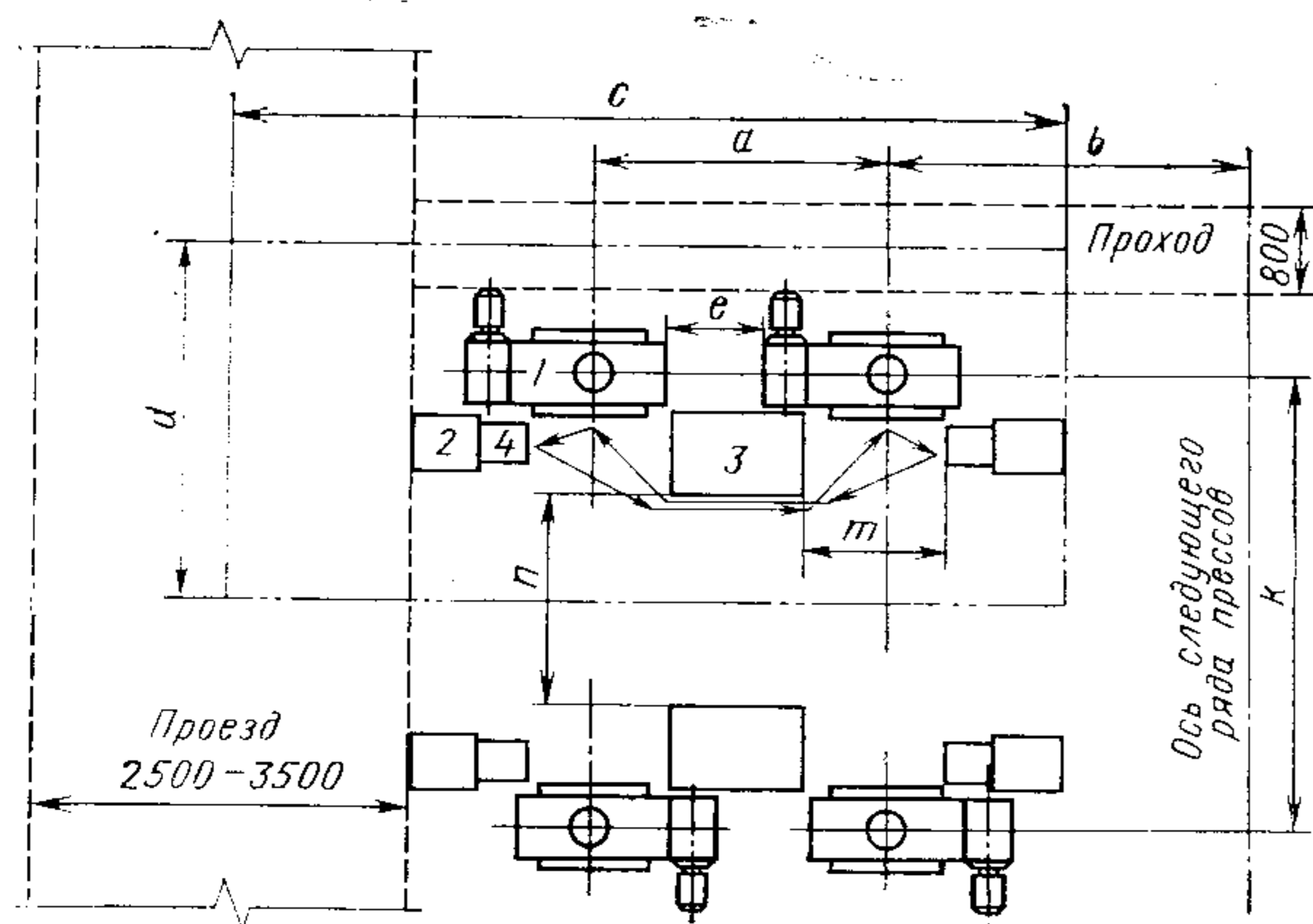


Рис. XII.11. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы I (вариант первый):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — рабочий стол к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.

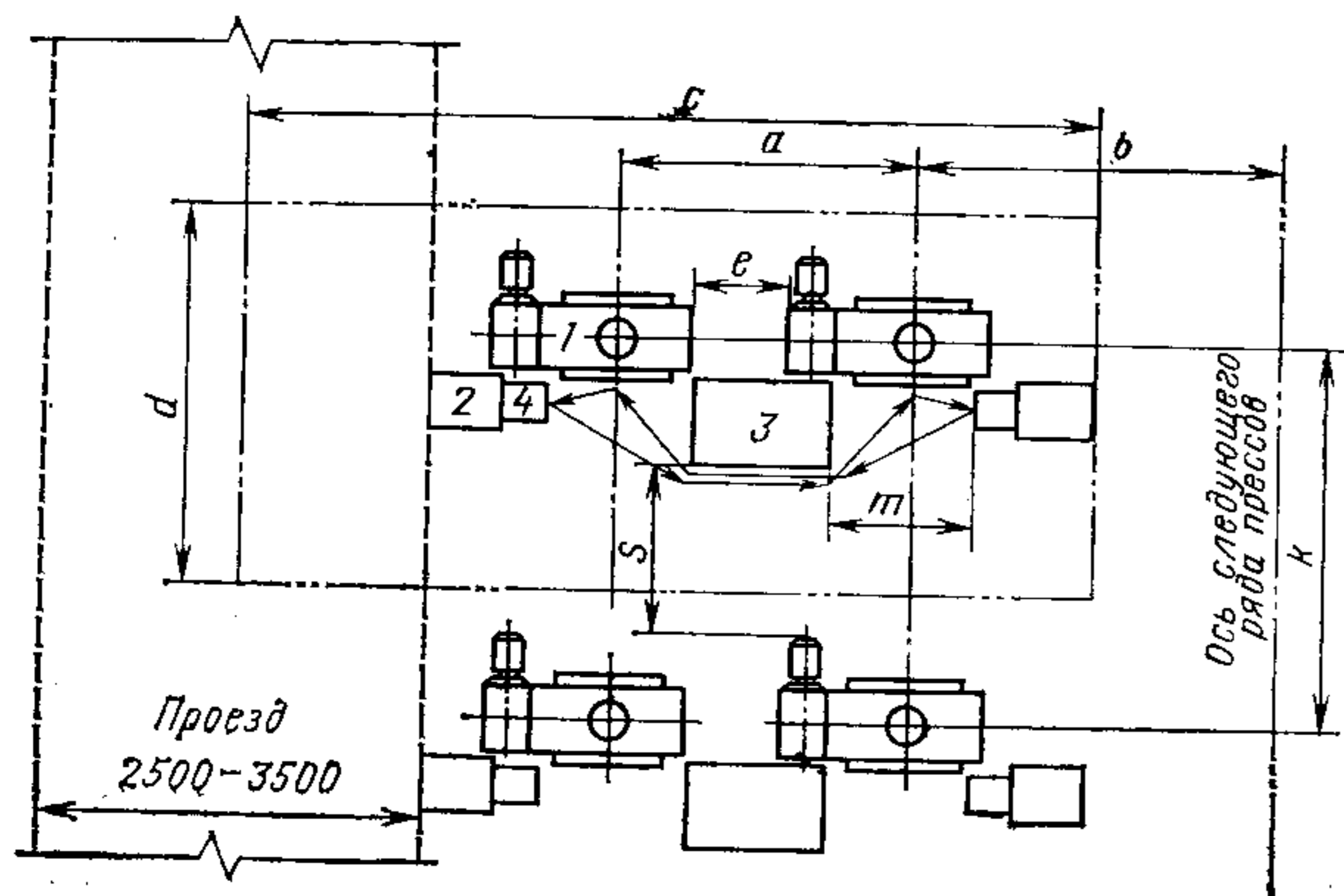


Рис. XII.12. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы I (вариант второй):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — рабочий стол к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.

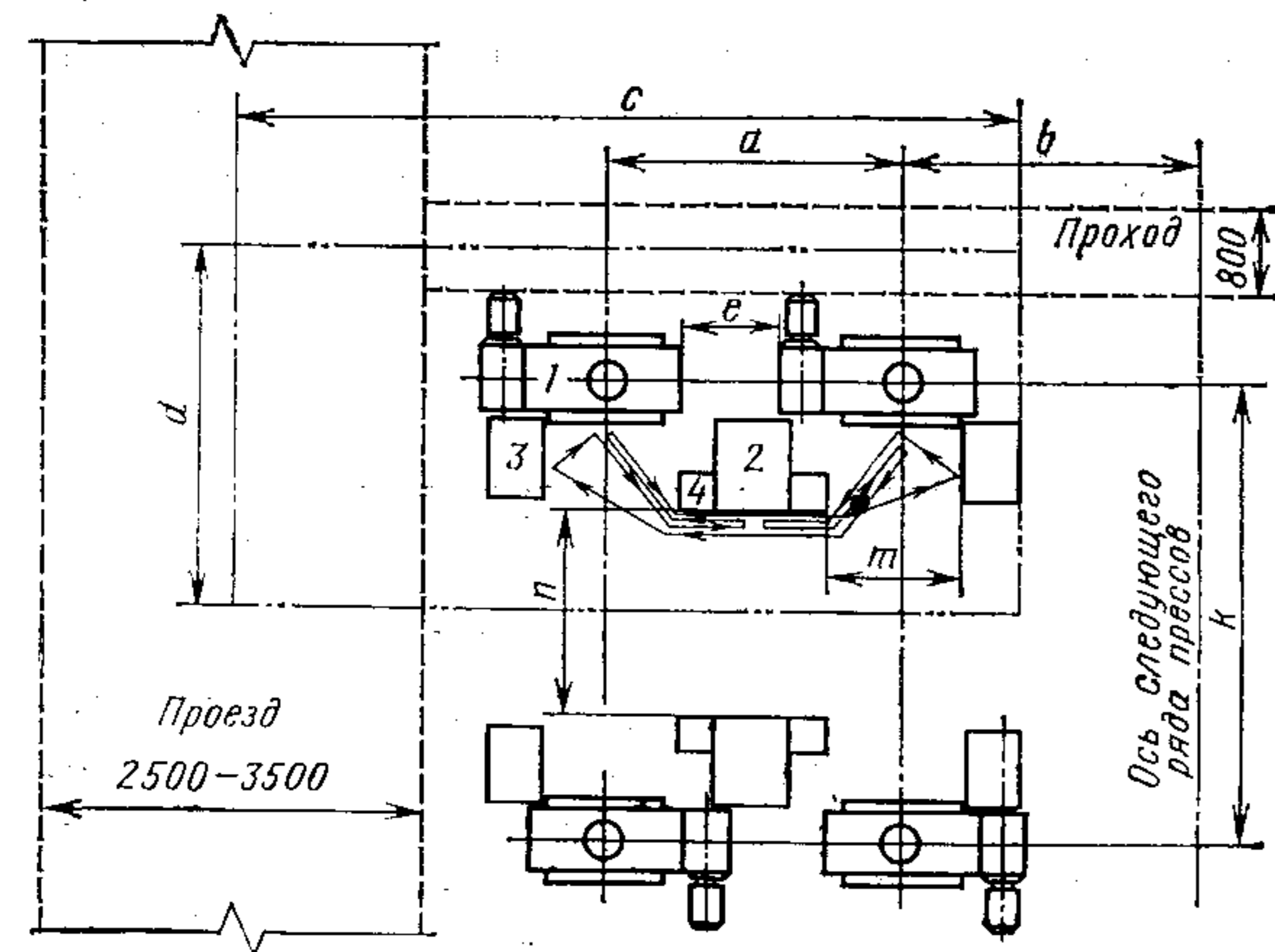


Рис. XII.13. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы II (вариант первый):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — рабочий стол к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.

Рис. XII.14. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы II (вариант второй):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — рабочий стол к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.

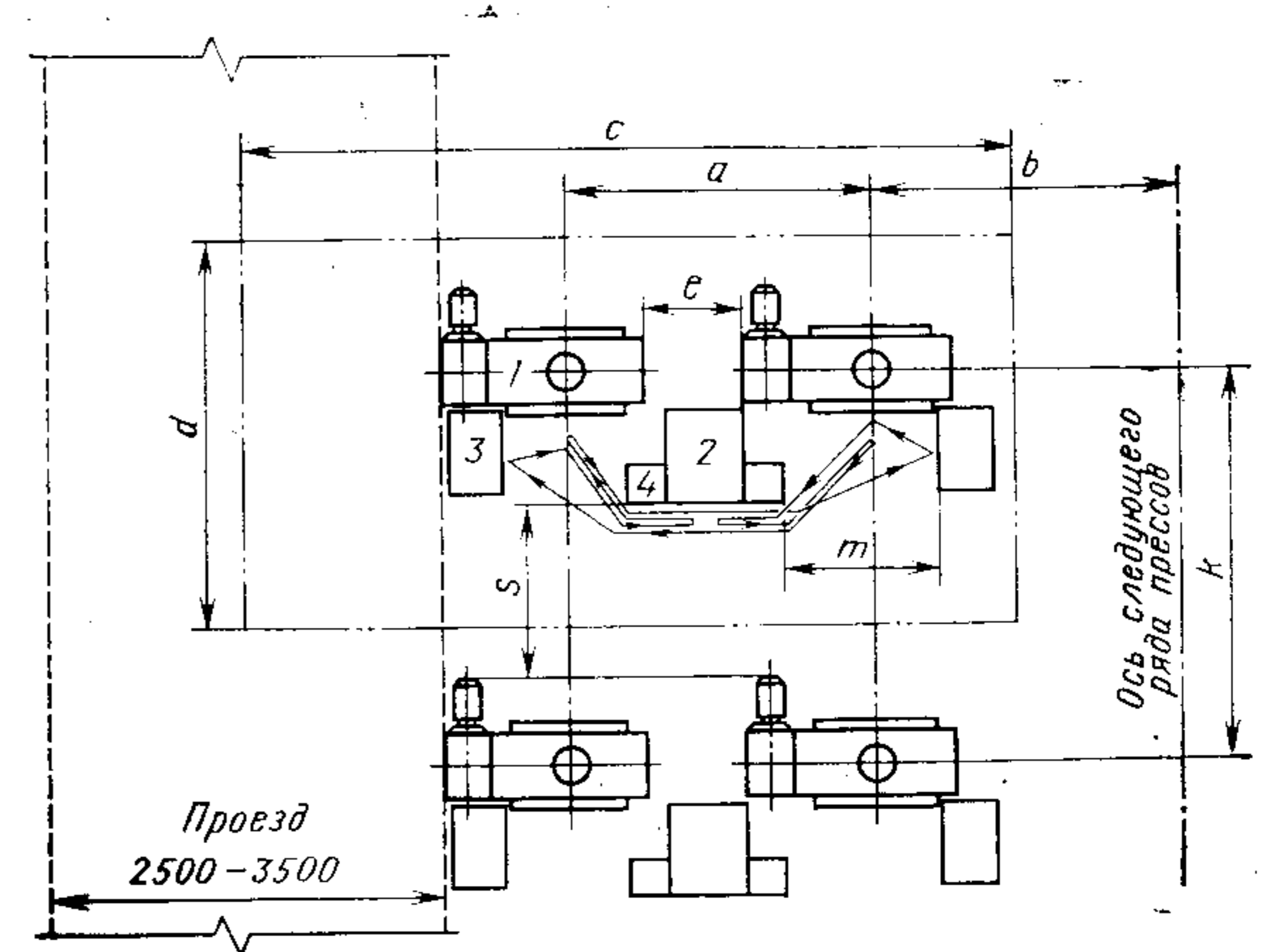


Рис. XII.15. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы III (вариант первый):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — рабочий стол к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.

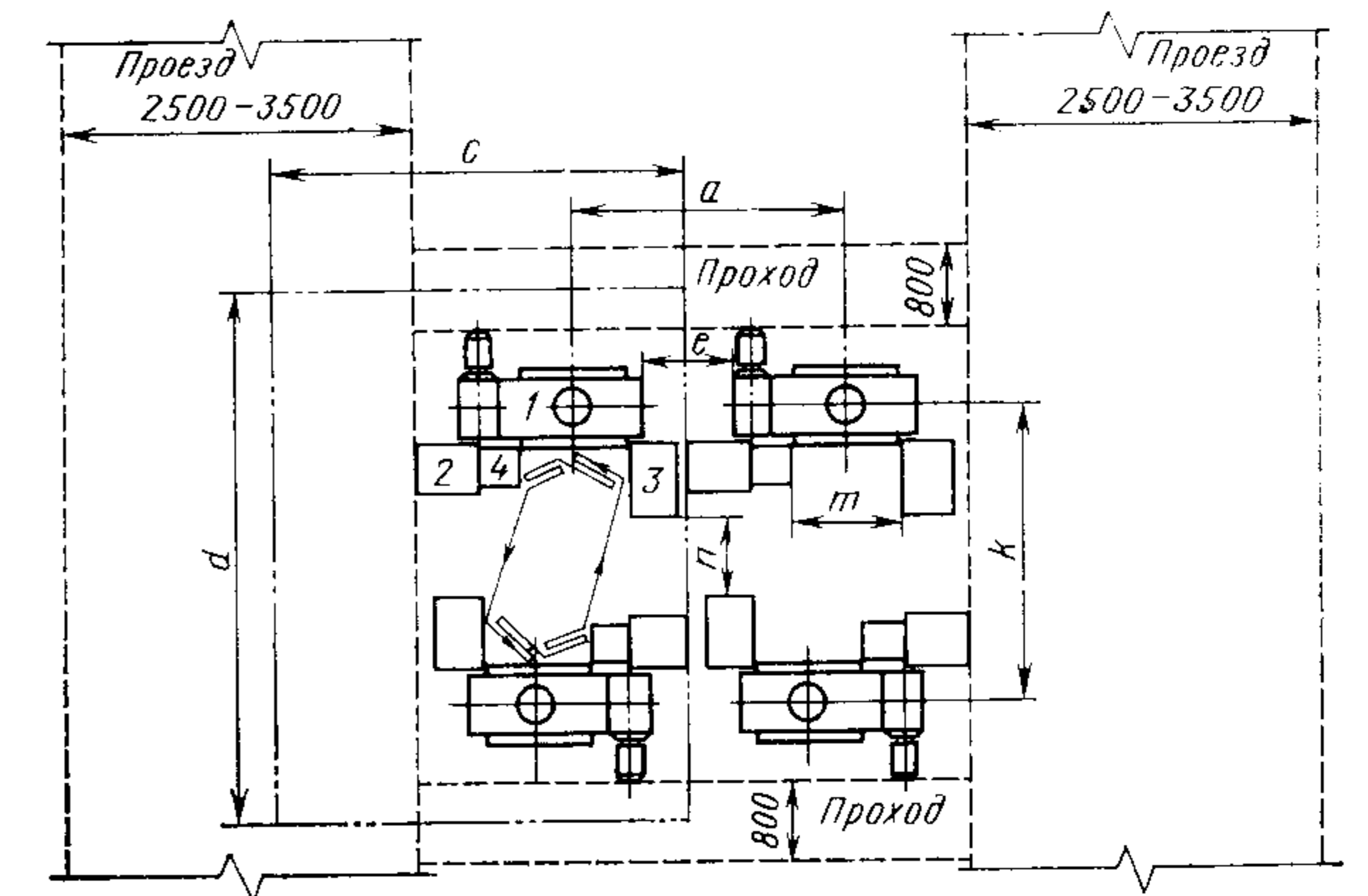
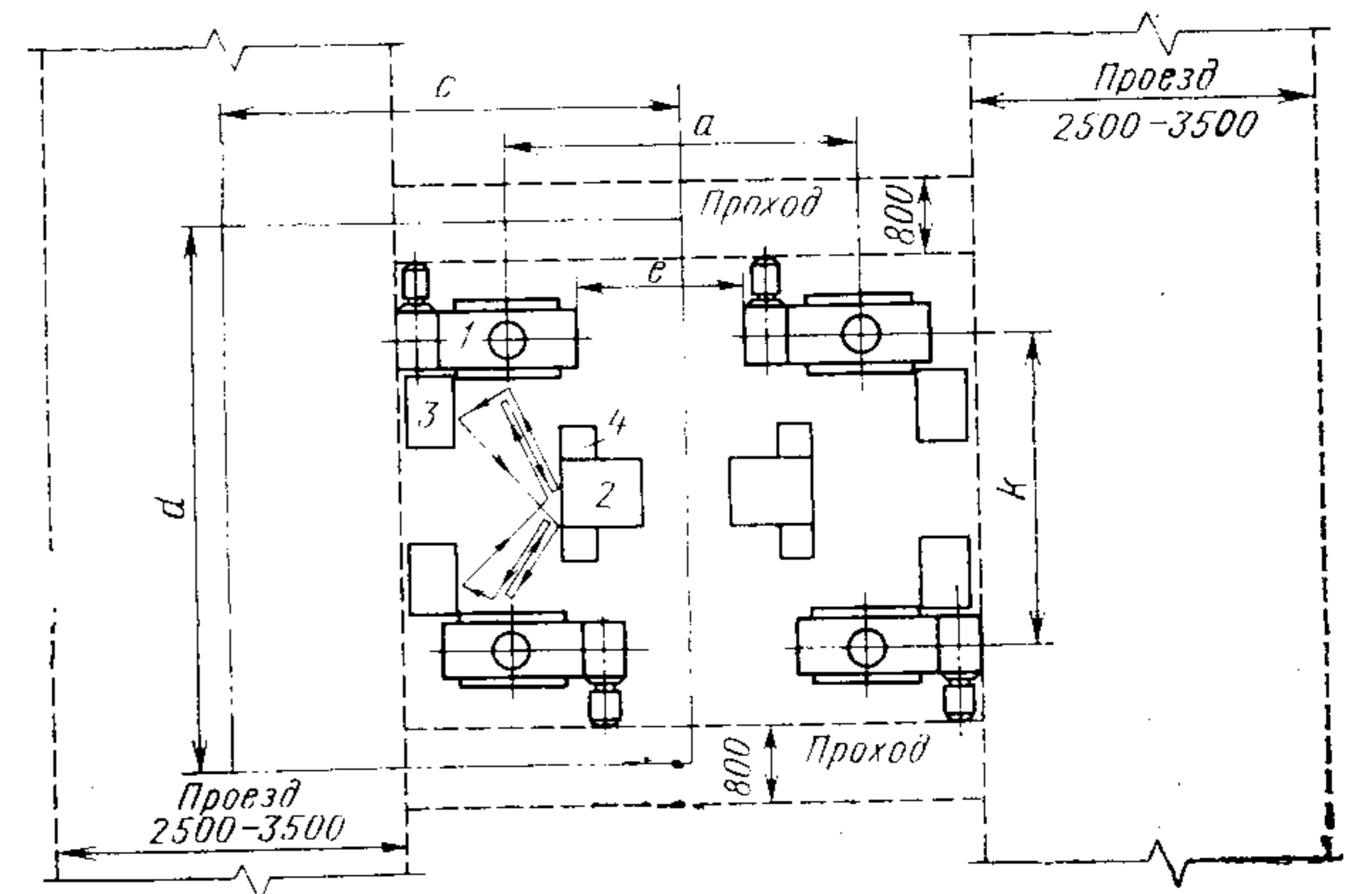


Рис. XII.16. Расположение прессов-полуавтоматов на рабочем месте группы III (вариант второй):

1 — пресс-полуавтомат; 2 — высокочастотная установка (ВЧУ); 3 — стол рабочий к прессам; 4 — рабочий стол к ВЧУ.



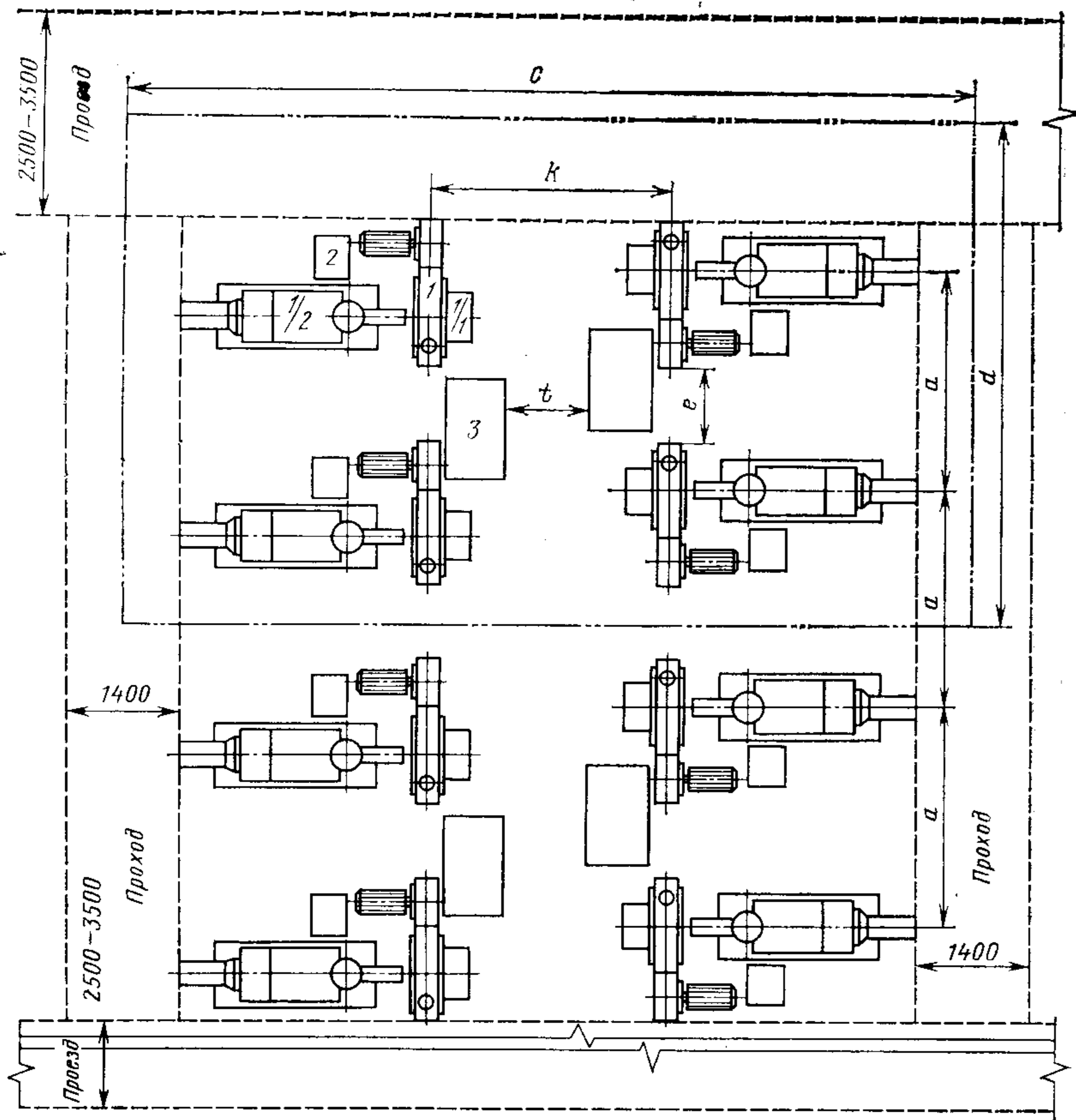


Рис. XII.17. Расположение прессов-автоматов с порошковой приставкой на рабочем месте (вариант первый):
1 — пресс-автомат (1/1 — устройство для выгрузки изделий; 1/2 — порошковая приставка);
2 — винтовой загрузчик; 3 — рабочий стол (один на два пресса).

кационный состав рабочих экструзионных производств приведен в табл. XII.7.

Поскольку основное технологическое оборудование в линиях работает в автоматическом режиме, обслуживающий персонал выполняет контрольно-наладочные функции и частично занимается упаковкой готовой продукции. Трудовой процесс машинистов экструдеров построен в основном таким образом, что производя через определенные промежутки времени обход всего обслуживаемого ими оборудования, они наблюдают за работой и в случае необходимости принимают участие в процессе. Объем и характер работ, подлежащих выполнению каждым рабочим в течение смены, зависит от принятого разделения и кооперации труда в бригаде, особенно от кооперационного разделения труда, и количества оборудования на рабочем месте. При средней норме обслуживания 2 единицы количество

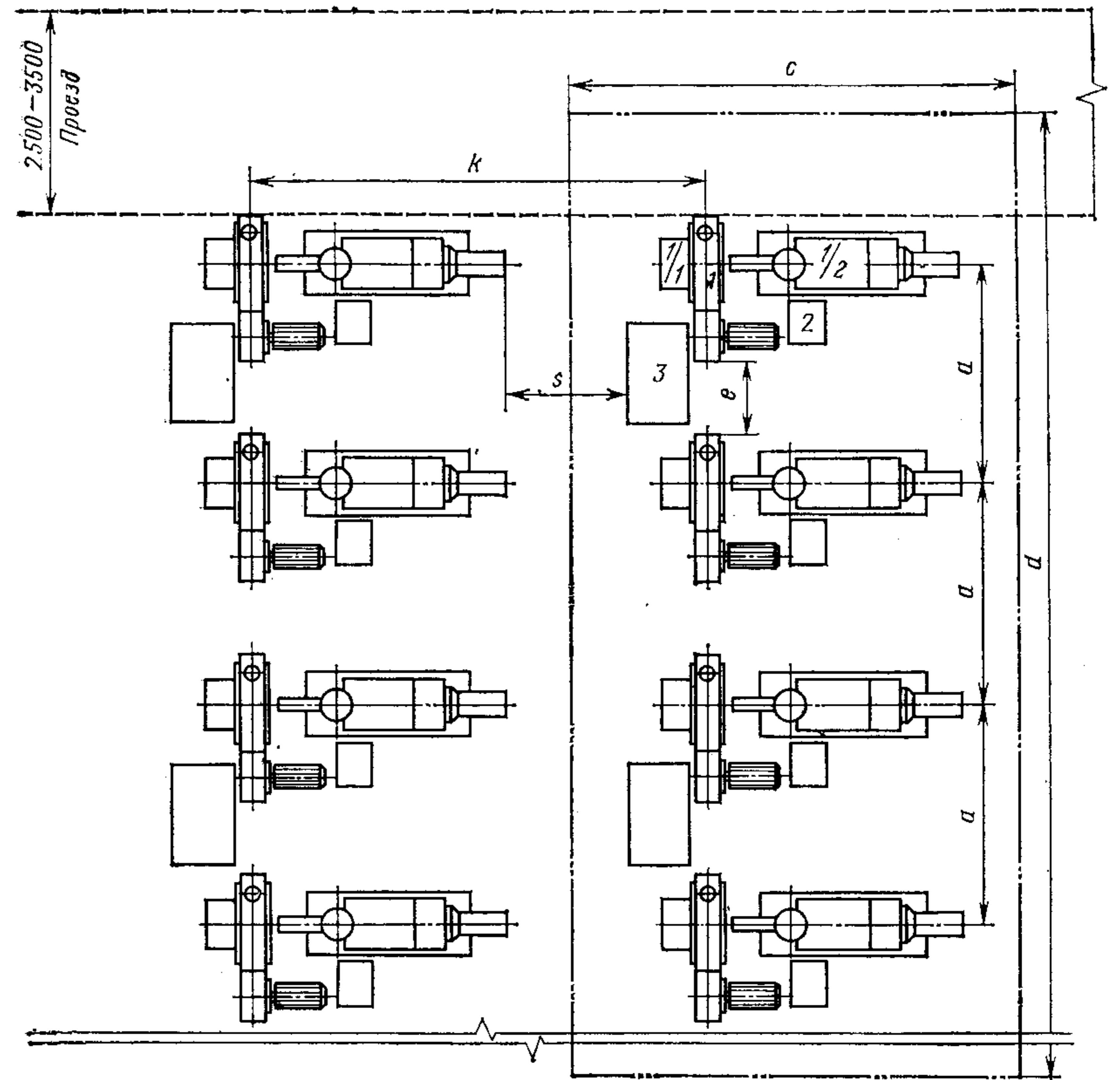


Рис. XII.18. Расположение прессов-автоматов с порошковой приставкой на рабочем месте (вариант второй):
1 — пресс-автомат (1/1 — устройство для выгрузки изделий; 1/2 — порошковая приставка);
2 — винтовой загрузчик; 3 — рабочий стол (один на два пресса).

оборудования на рабочем месте может быть различным и колеблется от 2 до 10 единиц. Исходя из общего объема работ по обслуживанию оборудования, находящегося на рабочем месте, и в соответствии с квалификацией определяется занятость каждого рабочего.

В производствах пленки, труб, листа и выдувных изделий в состав автоматизированных линий как основные агрегаты входят экструдеры, обслуживание которых независимо от вида готовой продукции идентично. Обслуживание оборудования, которым помимо экструдера комплектуются линии по производству пленки, труб, листа и выдувных изделий, зависит от конкретного набора этого оборудования и вспомогательных устройств в линиях, а также степени механизации и автоматизации, способов отбора готовой продукции и ее упаковки.

Линии по производству пленки комплектуются помимо экструдера установкой для раздува и охлаждения рукава плен-

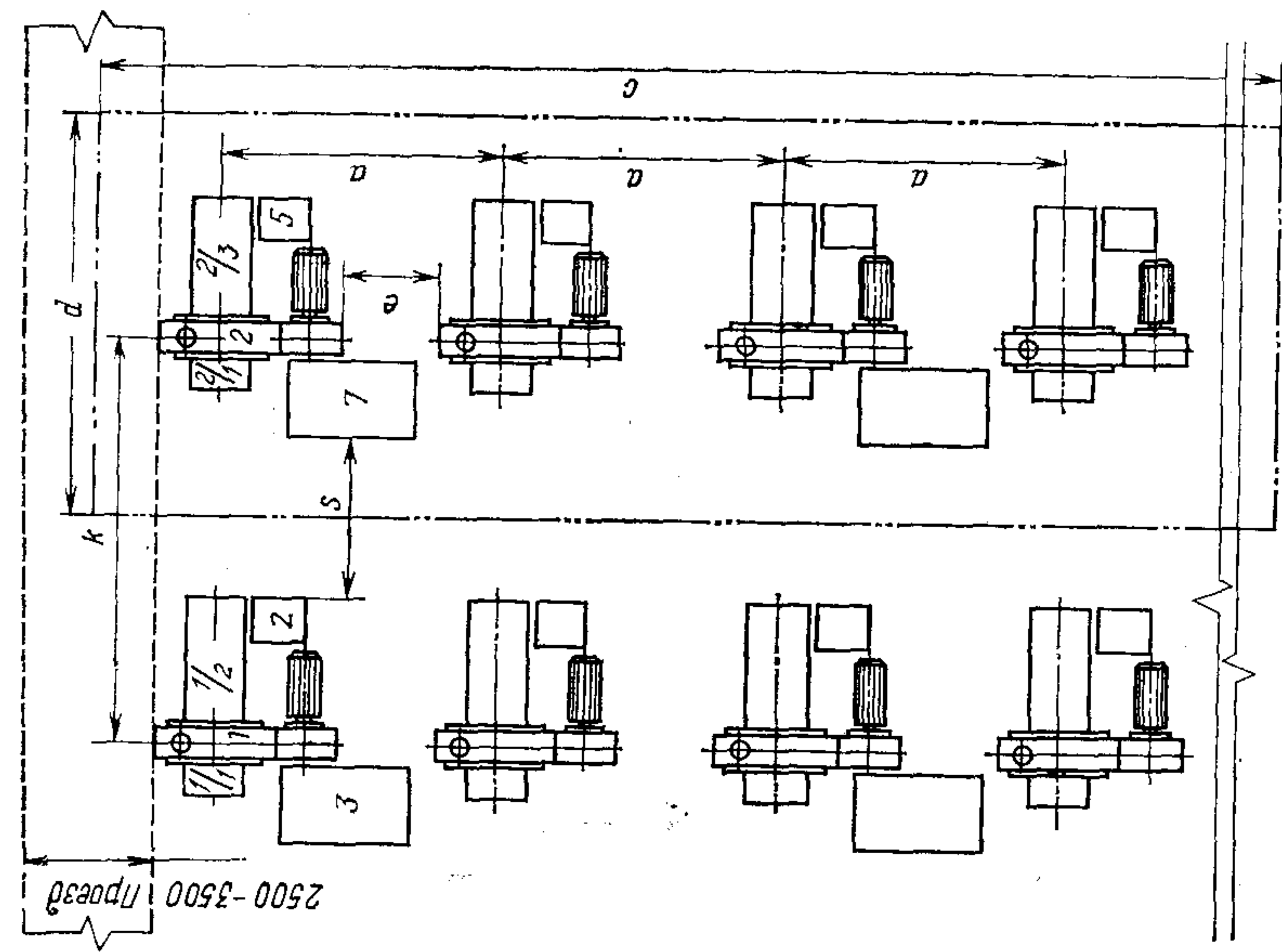


Рис. XII.19. Расположение прессов-автоматов со шнековой приставкой на рабочем месте (вариант первый): 1 — пресс-автомат (1/1 — устройство для выгрузки изделий; 1/2 — шнековая приставка); 2 — винтовая загрузчик; 3 — рабочий стол (один на два прессы).

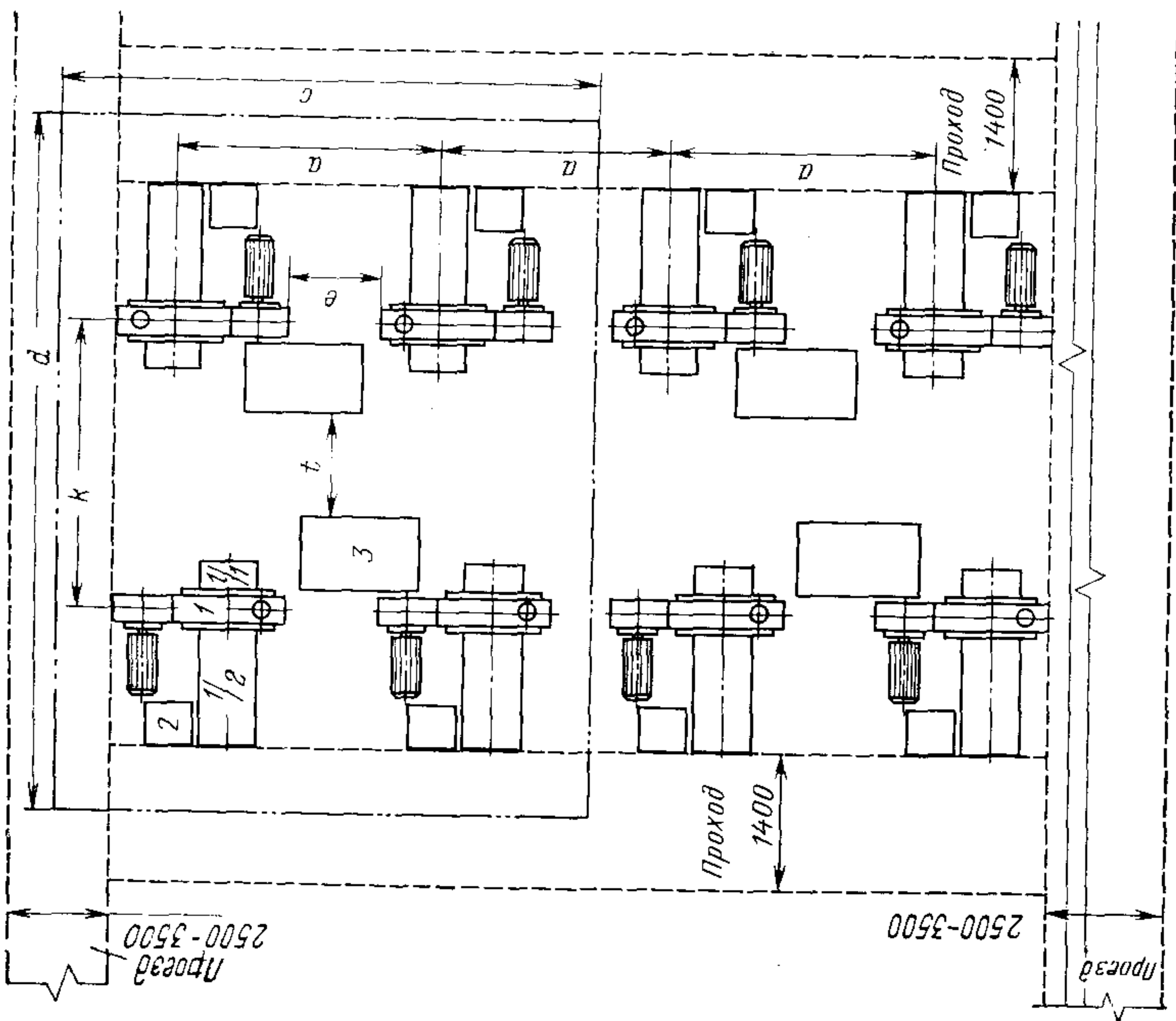


Рис. XII.20. Расположение прессов-автоматов со шнековой приставкой на рабочем месте (вариант второй): 1 — пресс-автомат; 1/1 — устройство для выгрузки изделий; 1/2 — шнековая приставка; 2 — винтовая загрузчик; 3 — рабочий стол (один на два прессы).

Таблица XII.7. Типовой профессионально-квалификационный состав рабочих экструзионных производств

Профессии рабочих	Распределение рабочих по разрядам						Ссылка на ЕТКС	
	1	2	3	4	5	6		Без разряда
Производственные рабочие								
Машинист экструдера	—	×	×	×	×	×	—	Вып. 27, § 61—63
Машинист выдувных машин	—	×	×	×	×	—	—	Вып. 17, § 71a—71г
Укладчик-упаковщик	—	×	×	×	—	—	—	Вып. 1, § 301—303
Загрузчик-выгрузчик	—	×	×	—	—	—	—	Вып. 24, § 160
Дробильщик	—	×	×	×	—	—	—	Вып. 24, § 158
Машинист гранулирования пластмасс	—	—	×	×	—	—	—	Вып. 27, § 56
Помощник мастера	—	—	—	×	×	—	—	Вып. 24, § 187
Вспомогательные рабочие*								
Наладчик экструзионных машин	—	—	—	×	×	—	—	Вып. 27, § 67—68

* Вспомогательные рабочие остальных профессий — см. табл. XII.2.

ки, приемно-тянущим и намоточным устройствами, установкой для подогрева и подсушивания гранул, шкафами и пультами управления, контроля и регулирования.

Обслуживание оборудования пленочных линий состоит из трудовых действий, характерных только для данного оборудования и обусловленных спецификой изготовления, способа отбора и упаковки этого вида продукции.

Линии по производству труб помимо экструдеров комплектуются охлаждающим, тянущим, режущим и приемными устройствами, пакетирующим устройством при получении труб в отрезках или устройством для намотки труб в бухты (при получении труб в бухтах), шкафами и пультами управления, контроля и регулирования. Обслуживание таких линий заключается в основном в периодическом контроле температурных режимов охлаждения трубной заготовки, наблюдении за работой калибрующего, режущего и тянущего устройств, отборе готовой продукции.

Линии по производству листов комплектуются помимо экструдера сглаживающим каландром для оформления поверхности полотна, охлаждающими, режущими, тянущими устройствами, установкой для подвешивания рулонов бумаги, необходимой для прокладки листов, листоукладчиком, шкафами и пультами управления, контроля и регулирования. Функции рабочего по обслуживанию этого оборудования сводятся в основном к наблюдению за работой оборудования, контролю и регулированию температурных режимов при оформлении по-

верхности листа и охлаждении, визуальному контролю качества листа, отбору готовой продукции.

В состав выдувных агрегатов помимо экструдера входят устройства для выдувания изделий из экструдированной трубной заготовки, шкафы и пульта для управления, контроля и регулирования. Рабочие по обслуживанию этих устройств заняты главным образом отбором готовой продукции и при необходимости удаляют облой.

Рабочие места в экструзионных отделениях могут быть охарактеризованы как стационарные, механизированные, с частичной или полной автоматизацией, рассчитанные на многоагрегатное групповое обслуживание [1, 2]. Рекомендуются следующие группы рабочих мест:

I группа — упаковка готовой продукции непосредственно у рабочих мест; рабочие места оснащены столами и приспособлениями для упаковки;

II группа — централизованная упаковка готовой продукции.

С точки зрения разделения и кооперации труда могут быть рекомендованы два типа рабочих мест:

1 — конкретное закрепление оборудования за обслуживающим персоналом в соответствии с нормой обслуживания;

2 — групповое обслуживание всего оборудования отделения или участка специализированной или комплексной бригадой.

Основными параметрами, характеризующими рабочие места первого типа (I и II групп) являются: расстояние между осями экструзионных линий данного рабочего места a , расстояние до оси экструзионной линии соседнего рабочего места b , габаритные размеры общего места — длина c и ширина d .

Расстояние между осями экструзионных линий a ограничивается шириной зоны обслуживания, а также расстоянием между боковыми сторонами устанавливаемого в линии оборудования, шкафами и пультами. Расстояние до оси экструзионной линии соседнего рабочего места b определяется теми же показателями с учетом необходимости и удобства размещения вспомогательного оборудования и оргоснастки.

Габаритные размеры рабочего места для двух параллельных экструзионных линий определяются шириной, равной сумме половин двух проходов между рабочими местами и расстояния между осями экструзионных линий на рабочем месте, и длиной, равной сумме длины экструзионных линий и половин прилегающих прохода и проезда. Ширина проезда может быть различной в зависимости от вида средств механизации, габаритов готовой продукции.

На рис. XII.21 — XII.26 приведены различные варианты расположения экструзионных линий по производству пленки, труб, листов и выдувных изделий для разных групп рабочих мест. Конкретный выбор варианта должен определяться на основании оценки организации производства в целом по отделению или участку.

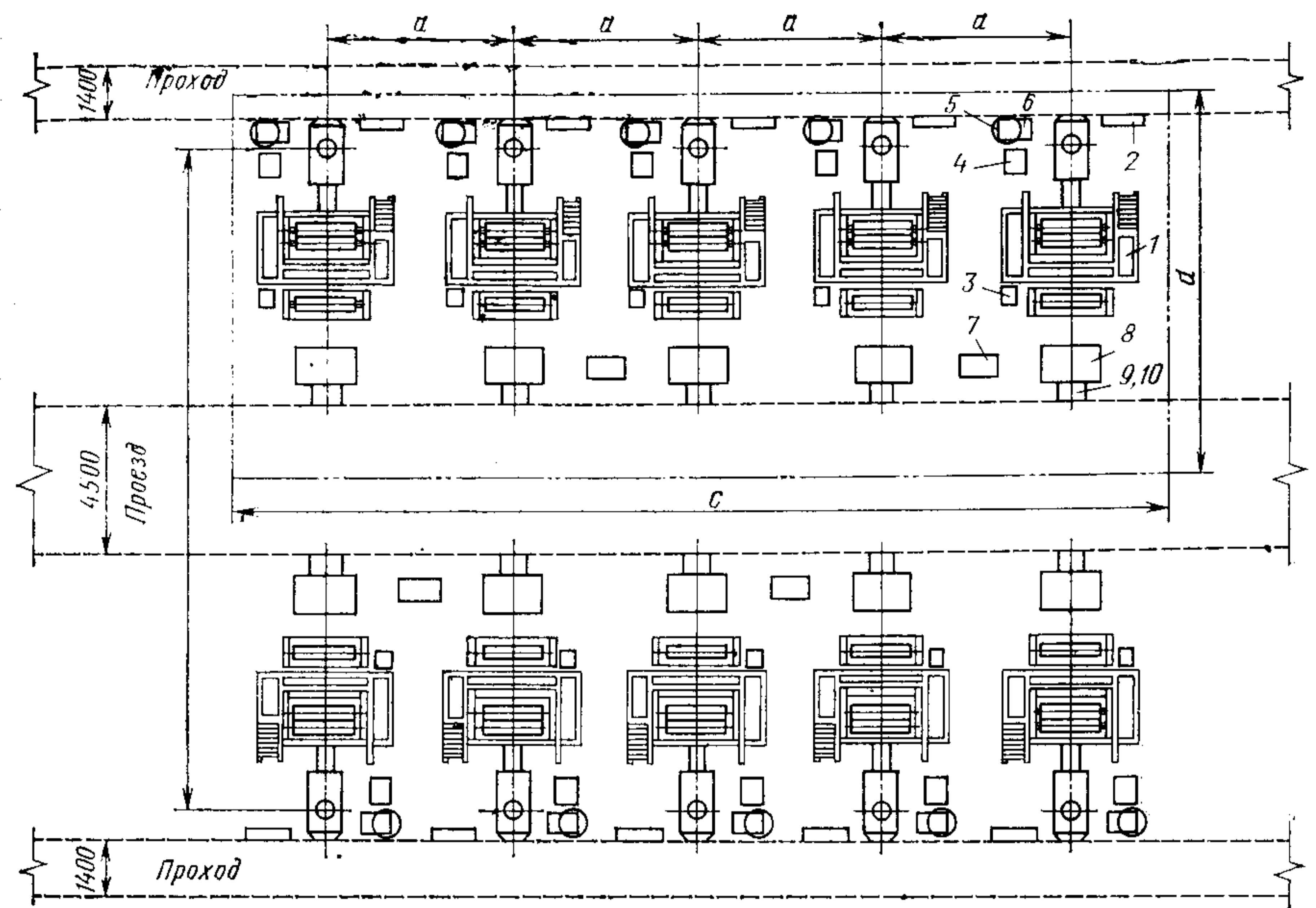


Рис. XII.21. Расположение агрегатов для производства пленки (вариант упаковки на месте):

1 — агрегат для производства пленки УРП-1500; 2 — шкаф управления нагревом; 3 — пульт управления; 4 — установка подогрева и подсушки гранул; 5 — пневмо-загрузчик производительностью 200 кг/ч; 6 — контейнер для сырья; 7 — стол оператора; 8 — стол для упаковки рулонов; 9 — весы; 10 — подставка под весы.

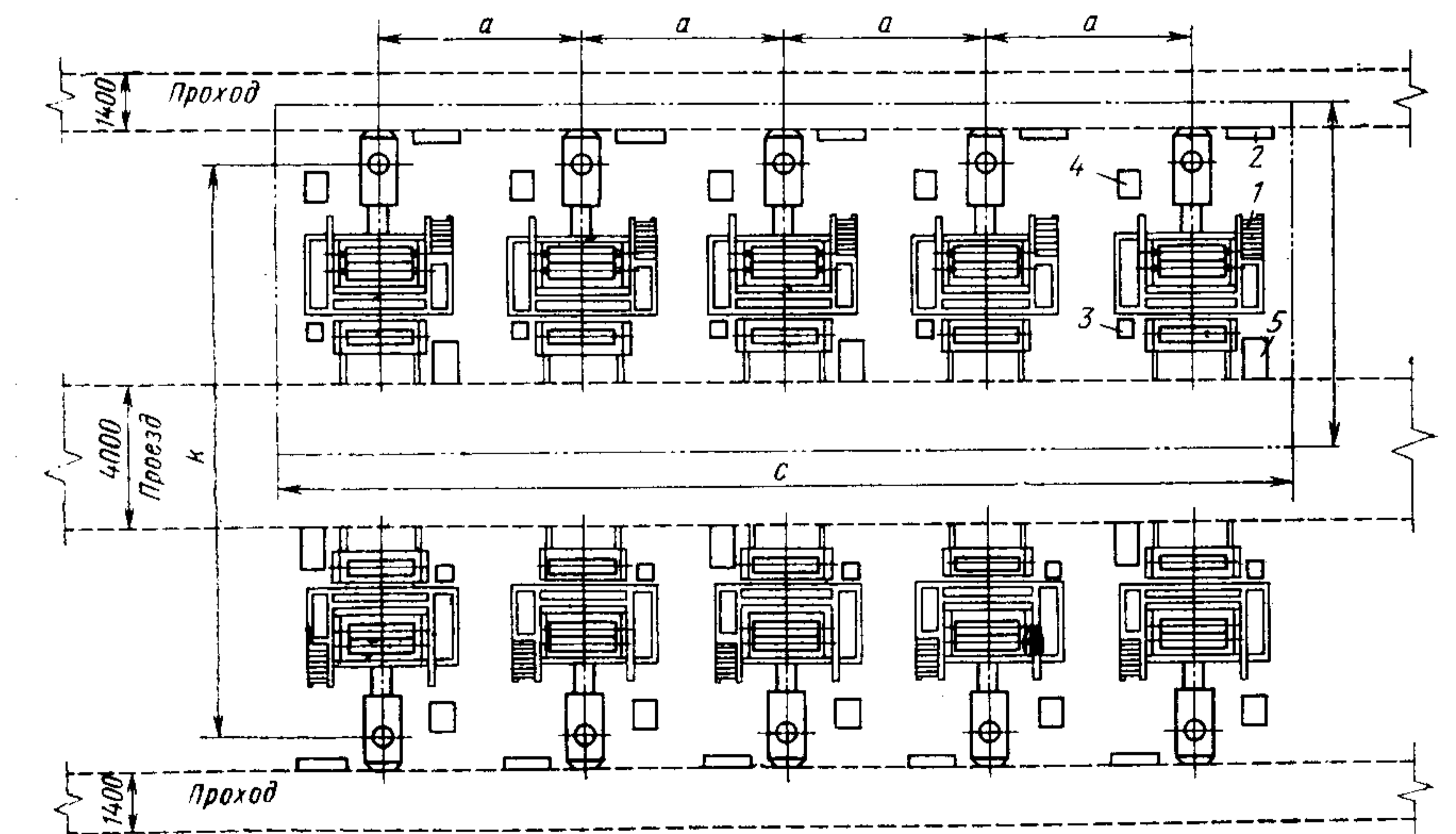


Рис. XII.22. Расположение агрегатов для производства пленки (вариант централизованной упаковки):

1 — агрегат для производства пленки УРП-1500; 2 — шкаф управления нагревом; 3 — пульт управления; 4 — установки подогрева и подсушки гранул; 5 — стол оператора.

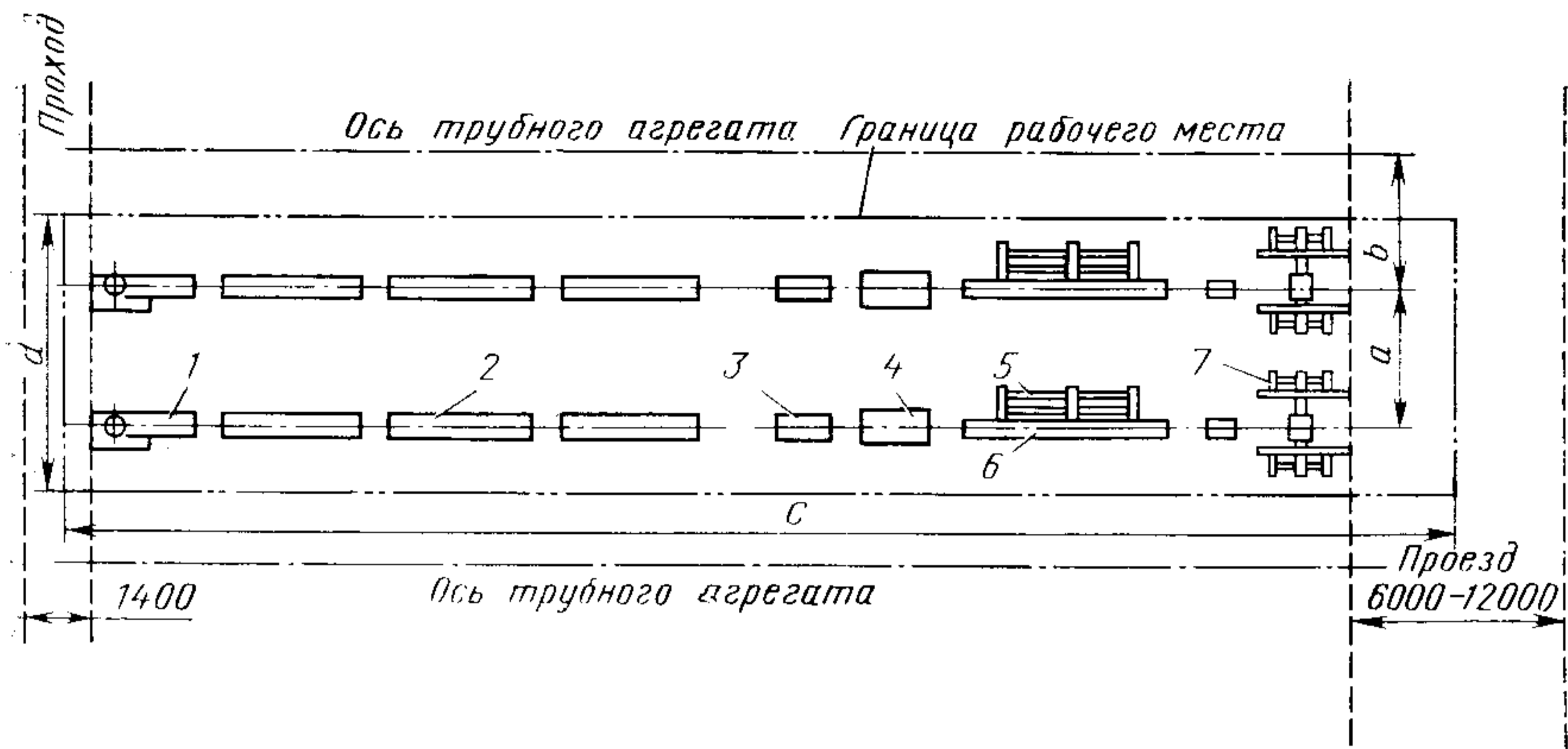


Рис. XII.23. Расположение агрегатов для производства труб:

1 — червячный пресс; 2 — охлаждающее устройство; 3 — тянущее устройство; 4 — отрезное устройство; 5 — пакетирующее устройство; 6 — приемное устройство; 7 — намоточное устройство.

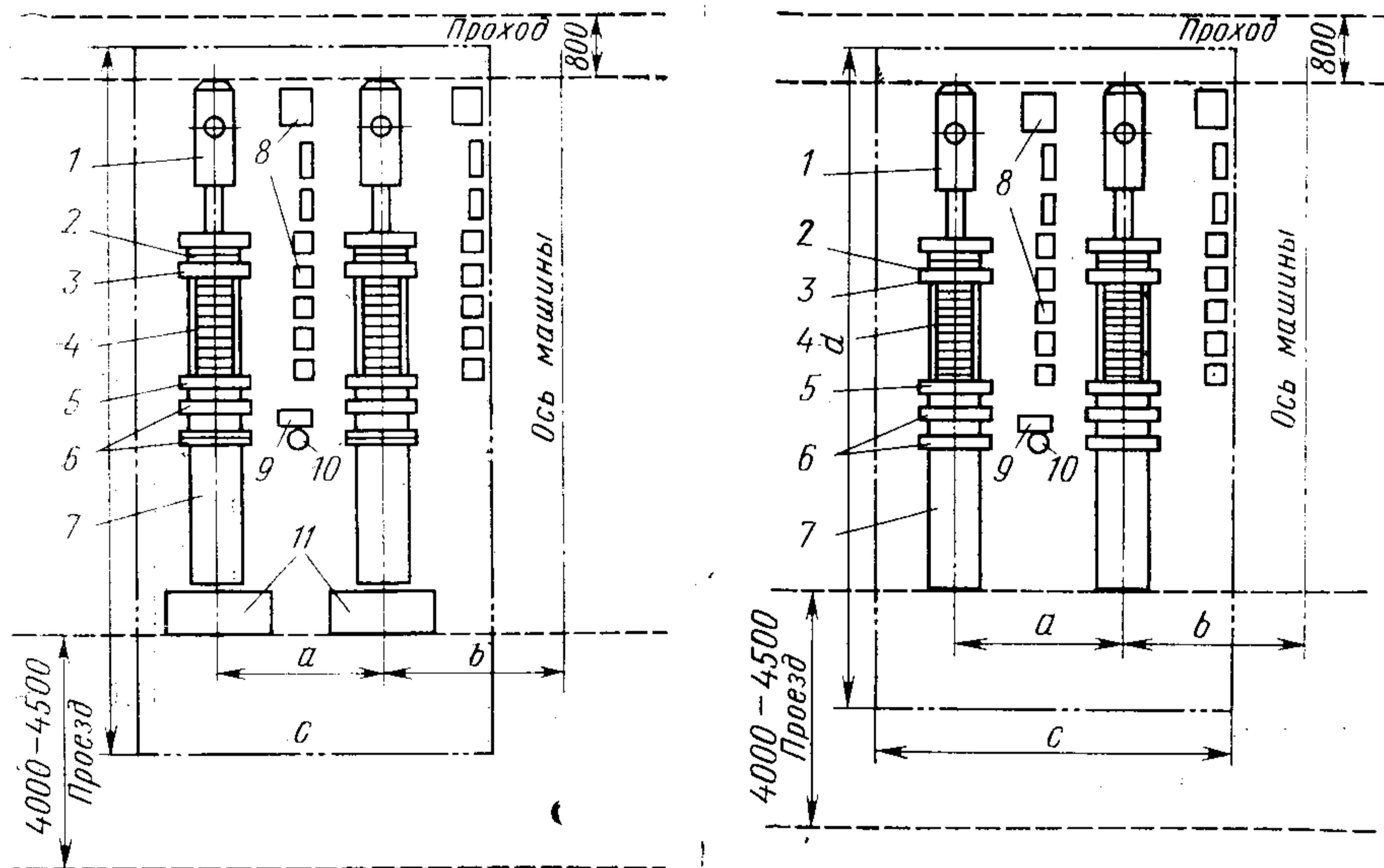


Рис. XII.24. Расположение листовальных агрегатов (вариант упаковки на месте):

1 — червячный пресс ЧП-150; 2 — глянящее устройство; 3 — сглаживающий каландр К-1500; 4 — рольганг; 5 — тянущий механизм; 6 — ножницы; 7 — укладчик листов; 8 — пульт управления; 9 — рабочий стол; 10 — стул; 11 — стол упаковки.

Рис. XII.25. Расположение листовальных агрегатов (вариант централизованной упаковки):

1 — червячный пресс ЧП-150; 2 — глянящее устройство; 3 — сглаживающий каландр К-1500; 4 — рольганг; 5 — тянущий механизм; 6 — ножницы; 7 — укладчик листов; 8 — пульт управления; 9 — рабочий стол; 10 — стул.

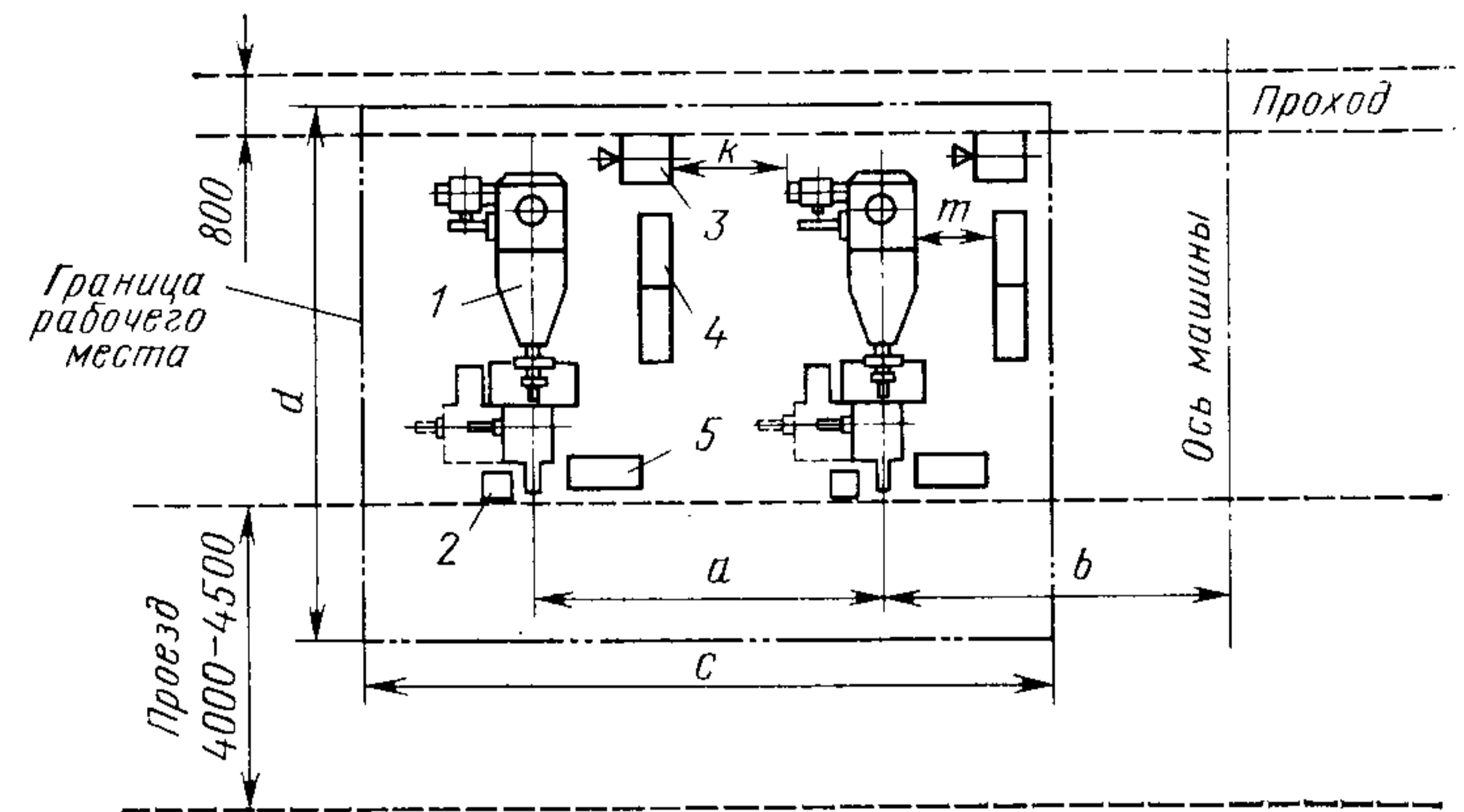


Рис. XII.26. Расположение выдувных агрегатов:

1 — выдувной агрегат; 2 — лоток для облоя; 3 — трансформатор; 4 — электрошкаф; 5 — рабочий стол.

При организации рабочих мест второго типа зоной рабочего места является для каждого члена специализированной или комплексной бригады все оборудование участка или отделения.

Вопросы методики определения экономической эффективности мероприятий по НОТ и выполнения проекта «Организация труда» см. [12, 13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Е. Л. Справочное пособие по НОТ. М., Экономика, 1973. 302 с.
2. Основы научной организации труда/Под ред. Ю. Н. Дубровского. М., Экономика, 1971, 269 с.
3. Элементные нормативы времени на работы, выполняемые при ведении технологических аппаратных процессов. М., ЦНОТХИМ, 1980. 86 с.
4. Нормативы времени на изготовление изделий из пластмасс. М., НИИТруда, 1971. 110 с.
5. Нормы обслуживания и нормативы времени на контроль готовых изделий в переработке пластмасс. М., В/О Союзхимпласт, 1973. 37 с.
6. Нормы времени на межремонтное обслуживание оборудования в основных и вспомогательных цехах производства переработки пластмасс (цехи, прессовые, литьевые, экструзионные, ремонтно-механические, инструментальные). М., В/О Союзхимпласт, 1974. 23 с.
7. Определение численности служащих производственных объединений (комбинатов) и предприятий. Общеотраслевые методические рекомендации. М., НИИТруда, 1980. 104 с.
8. Ефремов С. А. Разделение и кооперация труда на предприятиях химической промышленности. Кемерово, 1977. 102 с.
9. Леошкин А. П. Научная организация и нормирование труда на химических предприятиях. М., Химия, 1979. 222 с.
10. Нормы времени на наладку литьевых машин. М., В/О Союзхимпласт, 1974. 11 с.
11. Отраслевая методика определения оптимальных соотношений использования оборудования и занятости литейщика. М., В/О Союзпластпереработка, 1979. 40 с.

12. Методика определения экономической эффективности мероприятий по НОТ. М., Экономика, 1978. 133 с.
13. Методические указания по проектированию раздела проекта «Организация труда и системы управления производством». М., ЦНОТХИМ, 1974, 115 с.

Глава XIII

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ЗАВОДОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛАСТМАСС

Выбор площадки для строительства промышленного предприятия является одним из важнейших этапов проектирования нового предприятия. Выбор площадки должен проводиться до утверждения задания на проектирование в районе или пункте, установленном схемой развития и размещения соответствующей отрасли народного хозяйства с учетом перспективного размещения производительных сил по экономическим районам. Требования, предъявляемые к выбору площадки для строительства, являются в определенной мере общими для многих предприятий различных отраслей промышленности [1].

Площадка, намечаемая для строительства промышленного предприятия, должна удовлетворять следующим основным требованиям: она должна иметь минимальные размеры с учетом рациональной плотности застройки; обеспечивать возможность расположения зданий и сооружений в соответствии с направлением движения сырья и готовой продукции и возможность расширения производства; иметь относительно ровную поверхность и уклон, обеспечивающий отвод поверхностных вод; уровень грунтовых вод должен быть ниже глубины подвалов, туннелей и т. д.; должно быть удобное присоединение к ближайшей железнодорожной станции или близрасположенному подъездному железнодорожному пути; планировка площадки не должна быть связана с выполнением большого объема земляных работ.

Площадку необходимо выбирать вблизи существующих сетей энерго- и водоснабжения или других намеченных к строительству предприятий, с которыми проектируемое предприятие целесообразно кооперировать для устройства дорог, строительства электростанций, водопровода, канализации и других инженерных сетей и осуществления жилищного и культурно-бытового строительства, а также вблизи предприятий, с которыми проектируемое предприятие целесообразно комбинировать по технологическим процессам на основе комплексного использования сырья, а также использования готовой продукции и отходов производства.

Выбор площадки производится в соответствии с разделом 2 СН 202—81.

Стоимость строительства и размеры эксплуатационных затрат зависят от выбора площадки. К числу решаемых при выборе площадки вопросов относятся: расположение цехов в соответствии с ходом производственного процесса и создание рациональных транспортных связей между цехами; объем работ по вертикальной планировке и отводу вод, а также затраты на устройство оснований и фундаментов под здания и сооружения; затраты по освоению площадки, связанные с компенсациями бывшим землепользователям, рубкой и корчеванием леса и т. п.; устройство транспортных путей и инженерных сетей (источники водоснабжения, длина водопроводов, место спуска сточных вод, длина канализационного коллектора) и т. д.

Генеральные планы проектируют в соответствии со строительными нормами и правилами «Генеральные планы промышленных предприятий», а также в соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН 245—71). Одним из главных требований СН в части проектирования генеральных планов предприятий по переработке пластмасс в изделия является соблюдение санитарно-защитных зон. Для определения затрат, связанных с организацией санитарно-защитной зоны, пользуются ситуационным планом, на котором с помощью условных обозначений указываются водоемы, возвышенности, дороги и т. д. В сводки затрат на строительство или реконструкцию предприятий включаются все затраты, связанные с необходимостью вывода объектов жилищного и культурно-бытового назначения за пределы санитарно-защитной зоны.

Санитарные инспекции имеют право в зависимости от местной обстановки увеличивать размер санитарно-защитной зоны в 2 раза в случае превышения предельно допустимых концентраций вредных выбросов и невозможности локальной очистки.

В производствах изделий из пластмасс величину санитарно-защитной зоны определяет выделение таких вредных веществ, как стирол, фенол, формальдегид, хлористый винил, хлористый водород, толуол, ацетон и др. При проектировании литьевых производств для обеспечения нормативной санитарно-защитной зоны может возникнуть необходимость в ограничении мощности по литью полистирола (аналогично тому, как выделение хлористого винила и хлористого водорода ограничивает мощность вновь проектируемых производств труб на основе поливинилхлорида и т. д.).

Ниже приводятся санитарно-защитные зоны производств по переработке пластмасс в изделия (СН 245—71).

Класс IV — радиус санитарно-защитной зоны 100 м. К производствам с такой санитарно-защитной зоной относятся:

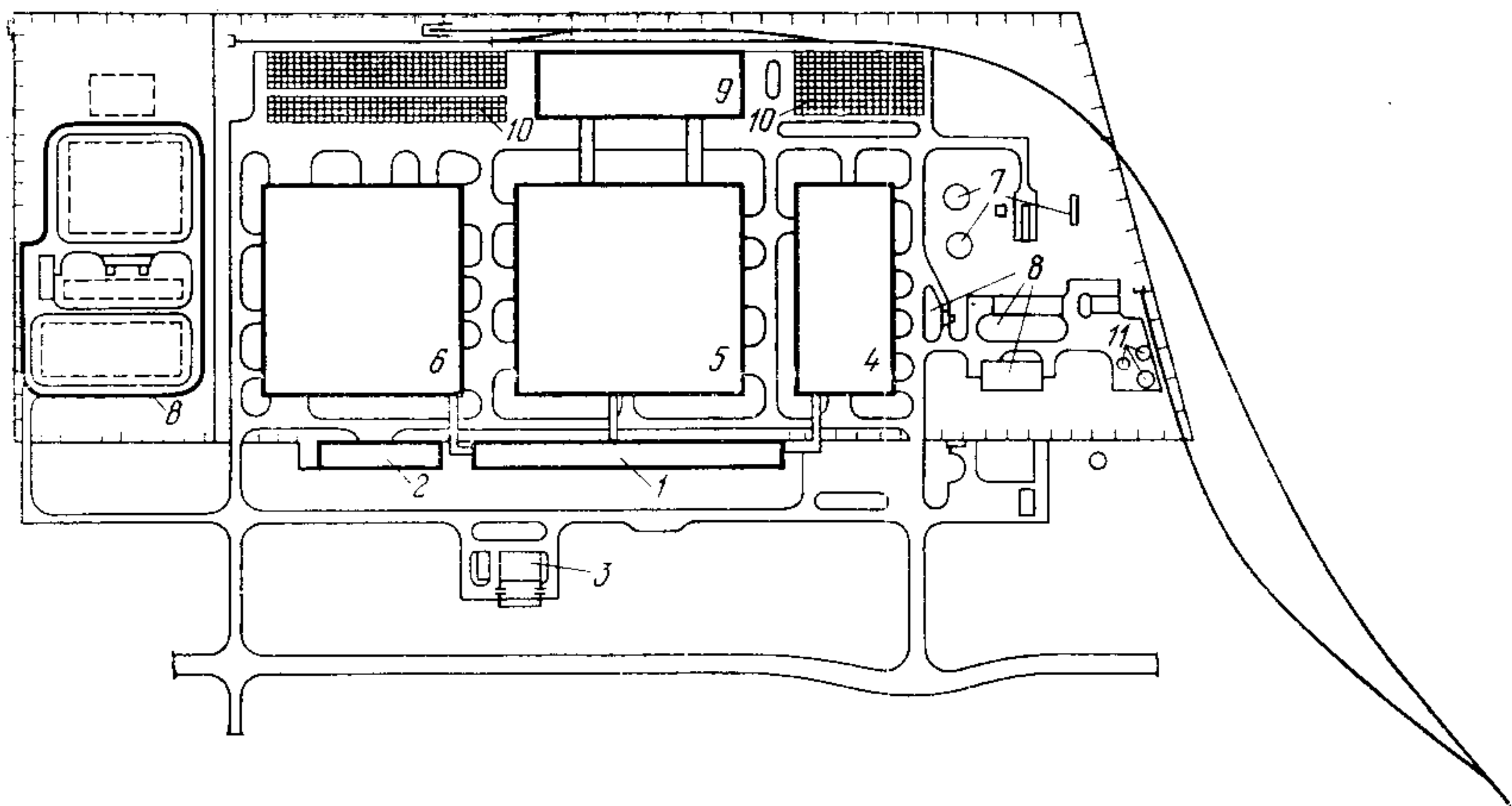


Рис. XIII.1. Схема генерального плана завода по переработке пластмасс мощностью 25 тыс. т/год.

Предзаводская зона: 1 — административно-бытовой корпус; 2 — инженерно-лабораторный корпус; 3 — столовая. Производственная зона: 4 — корпус поропластов; 5 — корпус литьевых и экструзионных изделий; 6 — корпус вспомогательных производств. Подсобная зона: 7 — объекты вспомогательного хозяйства; 8 — объекты энергетического хозяйства. Складская зона: 9 — склад сырья и готовой продукции; 10 — открытые складские площадки; 11 — прочие склады.

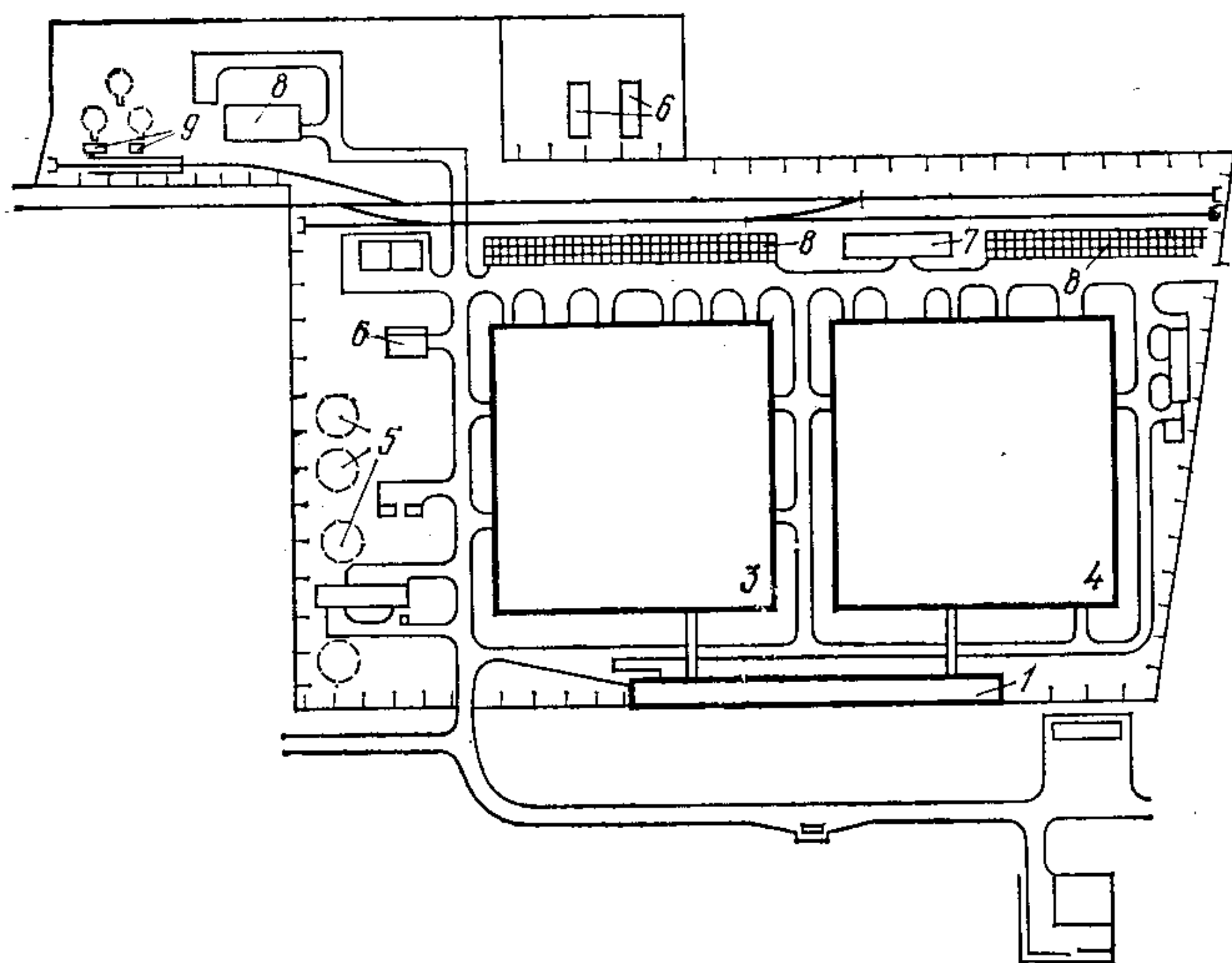
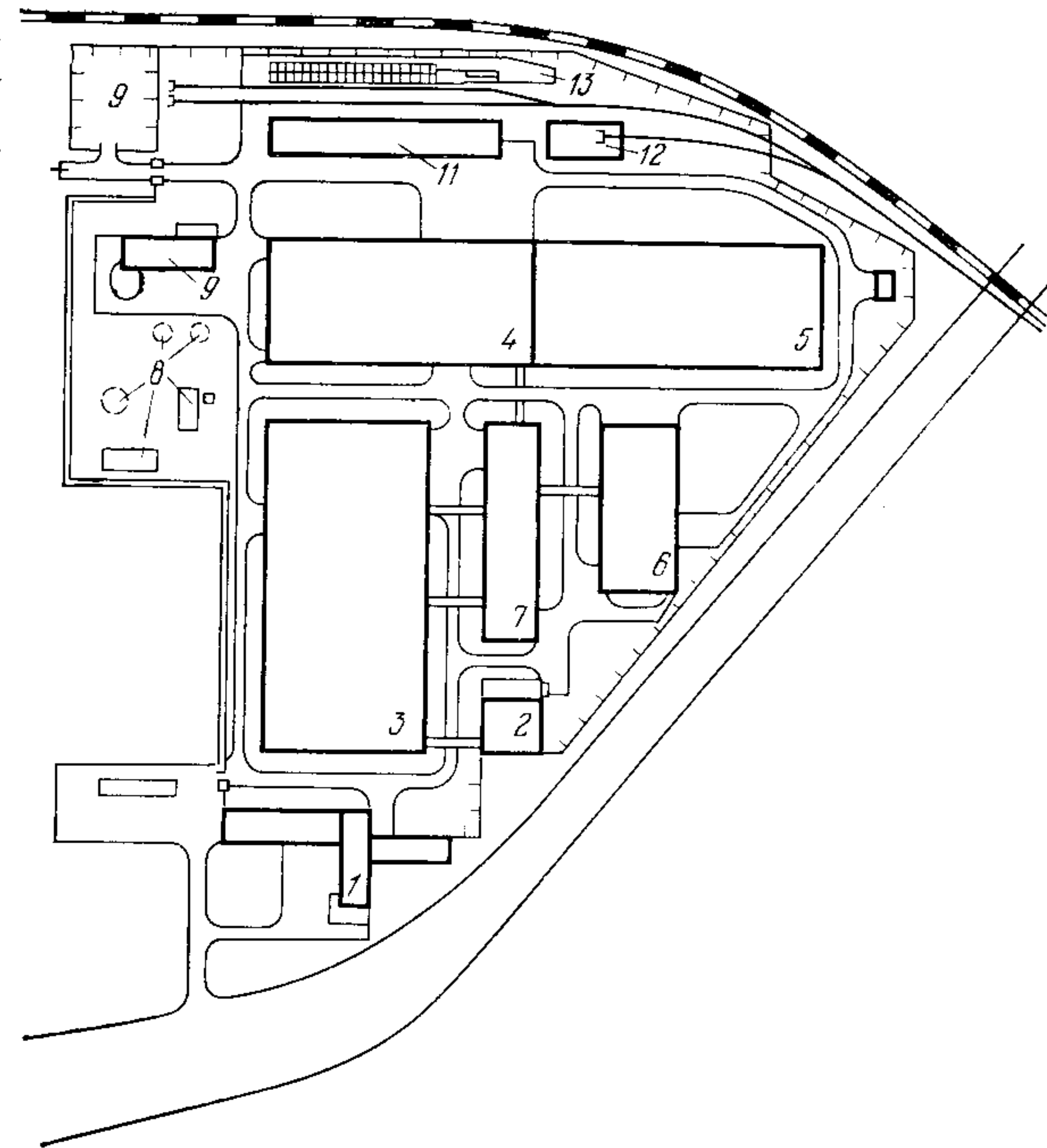


Рис. XIII.2. Схема генерального плана завода по переработке пластмасс мощностью 11 тыс. т/год.

Предзаводская зона: 1 — административно-бытовой корпус; 2 — столовая. Производственная зона: 3 — корпус прессовых и литьевых изделий; 4 — корпус вспомогательных производств. Подсобная зона: 5 — объекты водоканализационного хозяйства; 6 — объекты энергетического хозяйства. Складская зона: 7 — силосный склад сырья; 8 — открытые складские площадки; 9 — прочие склады.

Рис. XIII.3. Схема генерального плана завода по переработке пластмасс мощностью 13 тыс. т/год.

Предзаводская зона: 1 — административно-инженерный корпус; 2 — столовая. Производственная зона: 3 — производственный корпус № 1; 4 — производственный корпус № 2; 5 — производственный корпус № 3; 6 — корпус вспомогательных производств. Подсобная зона: 7 — бытовой корпус; 8 — объекты водоканализационного хозяйства; 9 — объекты энергетического хозяйства; 10 — установка утилизации отходов производства. Складская зона: 11 — материально-складской корпус; 12 — силосный склад сырья; 13 — открытая складская площадка с рампой.



- 1) производство прессованных и намоточных изделий из бумаги и тканей, пропитанных фенолоформальдегидными смолами, мощностью не более 100 т/год;
- 2) производство искусственной кожи из ПВХ;
- 3) производство изделий из синтетических смол, полимерных материалов и пластических масс различными методами (прессование, экструзия, литье под давлением).

Классу V — радиус санитарно-защитной зоны 50 м. К производствам с такой санитарно-защитной зоной относятся цехи механической обработки изделий из пластических масс и синтетических смол.

На рис. XIII.1 и XIII.2 показаны генеральные планы заводов по переработке пластмасс мощностью 25 и 11 тыс. т/год. Особенностью указанных генеральных планов является четкое зонирование служб и максимально допустимая блокировка производственных зданий.

На рис. XIII.3 показан примерный генеральный план завода изделий из пластмасс мощностью 13 тыс. т/год. Особенностью этого генерального плана является размещение площадки завода на малоудобных землях с коэффициентом застройки 50%, расположение бытового корпуса в центре и связь последнего со всеми производственными корпусами завода.

Обычно при наличии подъездных путей железнодорожные перевозки сырья и готовой продукции для заводов по переработке пластмасс в изделия составляют 60—70%, так как сред-

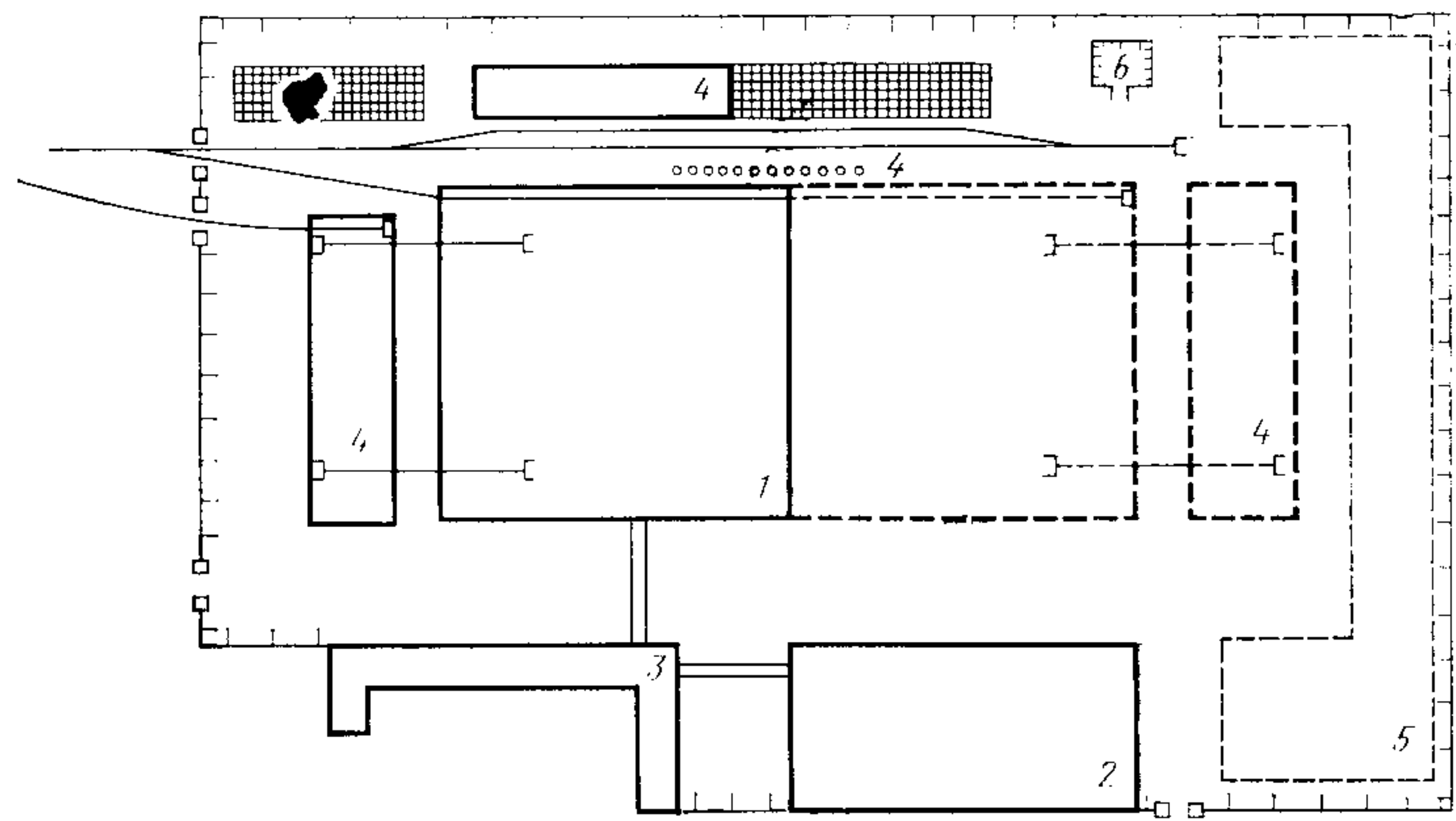


Рис. XIII.4. Схема генерального плана завода труб и соединительных деталей из полиолефинов мощностью 20 тыс. т/год:

1 — главный производственный корпус; 2 — корпус вспомогательных производств; 3 — инженерно-бытовой корпус; 4 — склады готовой продукции (располагаются на открытых бетонированных площадках и обслуживаются козловым или башенным краном); 5 — склады сырья; 6 — объекты подсобного и энергетического хозяйства.

ний радиус перевозок для завода мощностью 11—13 тыс. т/год превышает 500 км. В связи с ростом абсолютной мощности заводов увеличивается средний радиус перевозок.

Транспортировка сырья в цеховые склады выполняется электропогрузчиками и трубопроводным транспортом.

Готовая продукция — упакованные литые изделия и изделия из пенополиуретана на специальных грузовых тележках доставляется из производственных помещений к погрузочно-разгрузочным площадкам и грузится электропогрузчиками на автотранспорт для доставки на автопредприятие. В дальнейшем с ростом мощности целесообразно создание подвесной дороги непосредственно к потребителю. Грузовые тележки, являющиеся оборотной тарой, возвращаются на завод пластмасс автотранспортом.

Для автоматизации складского хозяйства в качестве основного вида упаковки должна быть принята специальная оборотная тара (контейнеры).

На рис. XIII.4 показан генеральный план завода труб и соединительных деталей из полиолефинов мощностью 20—25 тыс. т с перспективой расширения его до 50 тыс. т в год.

Особенностью генерального плана экструзионных заводов мощностью 20—25 тыс. т продукции в год и выше является наличие железнодорожной ветки и развитой зоны погрузочно-разгрузочных работ, так как грузооборот таких заводов составляет 20 и более вагонов в сутки.

Основным технико-экономическим показателем генерального плана является общая площадь производственной территории в гектарах. Увеличение площади генерального плана

связано с увеличением затрат на ее основание. Длину территории определяют, исходя из длины железнодорожных путей, которые должны обеспечивать требуемый фронт разгрузки сырья и погрузки готовой продукции. Длина территории должна быть в 2,5—3 раза больше ее ширины. Общая длина железнодорожных путей является также важным показателем; чем менее рационально их расположение, тем больше их длина и стоимость. И, наконец, третьим важным технико-экономическим показателем является число отдельно стоящих зданий. Необходимо предусматривать максимально возможную блокировку отдельно стоящих зданий.

Все здания и сооружения, входящие в состав промышленного предприятия, делят на две группы: основные производственные здания (литьевое, трубное, прессовое, пленочное производства, силосные склады сырья, установки каталитического окисления и др.) и здания подсобно-производственного и обслуживающего назначения (ремонтно-механические и инструментальные цехи, зарядная и компрессорная станции, столовые, бытовые корпуса и т. д.). Кроме того, на территории размещаются все коммуникации, дороги и транспортные средства.

Для получения нормативного коэффициента застройки для предприятий по переработке пластмасс в изделия, равного 0,5, необходимо максимально блокировать производственные помещения. Обычно блокируются литые и экструзионные производства, все вспомогательные службы. Не рекомендуется блокировать с другими производствами прессовые цехи, производства изделий из стеклопластиков.

Плотность застройки определяется в процентах как отношение площади застройки к площади предприятия в ограде с включением площади, занятой веером железнодорожных путей.

Площадь застройки определяется как сумма площадей, занятых зданиями и сооружениями всех видов, включая навесы,

Таблица XIII.1. Технико-экономические показатели генеральных планов некоторых предприятий по переработке пластмасс в изделия

Показатели	Завод общего назначения мощностью 25 тыс. т/год	Завод общего назначения мощностью 11 тыс. т/год	Завод деталей из пластмасс для автомобильной промышленности	Завод труб и соединительных деталей из полиолефинов мощностью 20 тыс. т/год
Общая площадь, га	13,4	12,61	16,45	16,6
Площадь веера железнодорожных путей, га	0,3	0,1	0,12	0,4
Отношение ширины территории к ее длине	220:564	248:440	433:465	220:698
Грузооборот (в физическом исчислении — вагонами)	8	8	12	12:15
Плотность застройки, %	40,1	51,7	50	50

открытые технологические, санитарно-технические, электрические и другие установки, эстакады и галереи, площадки погружно-разгрузочных устройств, подземные сооружения (резервуары, погреба, убежища, туннели, проходные каналы подземных коммуникаций), над которыми не могут быть размещены здания и сооружения, а также открытые стоянки автомобилей, машин, механизмов и открытые склады различного назначения при условии, что размеры и оборудование стоянок и складов принимаются по нормам технологического проектирования предприятий.

В табл. XIII.1 приведены технико-экономические показатели генеральных планов некоторых предприятий по переработке пластмасс в изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти т./Под ред. Е. С. Ямпольского. М., Машиностроение, 1979. Т. 2, 296 с.

Глава XIV

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРОМСАНИТАРИЯ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии с инструкцией по разработке проектов и смет для промышленного строительства (СН 202—81) мероприятия по охране окружающей среды выделяются в самостоятельный раздел Е. В этом разделе рассматриваются в комплексе и обобщаются все решения, принятые в проектах основных и вспомогательных цехов и установок, предотвращающие загрязнение атмосферного воздуха, природных водоемов и других источников водопользования, а также восстанавливающие земельные угодья, занятые при промышленном строительстве.

Наличие указанного раздела в проекте является обязательным для утверждения и реализации того или иного проекта. Инспектирующие организации имеют право отклонить проект от утверждения и остановить строительство, если в нем не выделяются соответствующие нормы [1; 6].

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При переработке пластмасс в изделия происходит выделение газообразных продуктов (фенол, формальдегид, стирол, толуол, ацетон и т. д.), загрязняющих воздушную среду (табл. XIV.1) [2]. Основная часть выделяющихся газообразных вредных веществ улавливается местными отсосами, остальные — растворяются системами общеобменной вентиляции.

Таблица XIV.1. Предельно-допустимые концентрации основных вредных веществ в атмосферном воздухе производств по переработке пластмасс

Наименование вредных веществ	В приземном слое промышленной площадки*, мг/м ³	В приземном слое жилой зоны, мг/м ³
Аминопласты, фенопласты (пресс-порошки)	1,6	0,6
Аммиак	6,0	0,2
Ацетальдегид	1,5	0,01
Бутилацетат	60,0	0,1
Винилацетат	3,0	0,15
Винилхлорид	9,0	Нет данных
Динил	3,0	0,01
Масляная кислота	3,0	0,015
Нитрил акриловой кислоты	0,15	Нет данных
Озон	0,03	Нет данных
Полипропилен	3,0	0,5
Полиэтилен	3,0	0,5
Соляная кислота	1,5	0,2
Стирол	1,5	0,003
Спирт пропиловый	3,0	0,3
Спирт бутиловый	3,0	0,1
Оксид углерода	6,0	3,0
Углеводороды алифатические предельные	90,0	Нет данных
Фенол	0,09	0,01
Формальдегид	0,15	0,035
Фтористый водород	0,15	0,02
Циклогексанон	3,0	0,04
Этиленоксид	0,3	0,3

* По данным Госпластпроекта.

Вредности, удаляемые системами вытяжной вентиляции, направляются на установки обезвреживания или рассеиваются в атмосфере. Для этого выхлопные трубы снабжаются специальными насадками, образующими факельный выброс, что увеличивает эффект рассеивания.

Рассеивание вредных веществ в атмосфере является наиболее простым и дешевым способом защиты окружающей среды. Однако его можно использовать лишь в том случае, если расчетами будет доказано, что содержание выбрасываемых вредных веществ в приземном слое совместно с существующим фоном не превышает допустимого по санитарным нормам [2].

Расчет рассеивания вредных веществ в атмосфере выполняется на электронно-вычислительной машине Минск-32 по программе УПРЗА, составленной на основе алгоритма, разработанного Главной геофизической обсерваторией им. А. И. Воейкова. При расчете рассеивания скорость ветра принимается равной 1,5 м/с. Результаты расчетов по каждому ингредиенту и каждой комбинации ингредиентов с суммирующими вредными воздействиями наносятся на ситуационный план размещения предприятия и на границе жилой зоны в виде точек с

максимальными концентрациями вредных веществ и сравниваются с ПДК (предельно допустимыми концентрациями) как на промплощадке, так и в жилой зоне (см. табл. XIV.1).

Если расчет рассеивания с учетом розы ветров для данной промплощадки показывает, что ПДК оказывается за пределами нормативной санитарной зоны (СН 245—71), то выброс в атмосферу запрещается и ставится вопрос о строительстве специальных установок по обезвреживанию загрязненного воздуха или об уменьшении объема переработки пластмасс в изделия.

Для производств переработки пластмасс рекомендуется применять четыре типа установок обезвреживания загрязненного воздуха: 1) каталитическое окисление воздуха; принцип действия установки заключается в нагревании загрязненного воздуха до 250—500 °С и пропускании его через систему катализаторов, в присутствии которых органические вещества окисляются до CO_2 ; 2) прямое термообезвреживание, заключающееся в выжигании органических примесей в загрязненном воздухе при температуре 1000—1100 °С; несмотря на кажущуюся простоту этого метода, его из-за большого расхода топлива нужно применять только при наличии в воздухе примесей, пассивирующих работу катализаторов; 3) использование загрязненного воздуха в качестве дутьевого в котельных или ТЭЦ; это наиболее простой и экономичный способ, однако вследствие того, что в летне-весенний период уменьшается потребность в выработке тепла, необходимо в летний период частично использовать установки каталитического окисления; 4) применение метода адсорбции для улавливания и сгущения низкоконцентрированных выбросов (0,1—1 г/м³) с последующей десорбцией их дымовыми газами; в этом случае за счет уменьшения объема загрязненного воздуха увеличивается возможность круглогодичного использования котельных установок. Принципиальные технологические схемы обезвреживания загрязненного воздуха приведены на рис. XIV.1—XIV.4.

Воздух, удаляемый от пылящего оборудования, перед выбросом в атмосферу также подвергается очистке. Конструкции пылеудерживающих устройств (циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры и т. д.) должны отвечать условию, чтобы концентрация пыли в выбрасываемом воздухе не превышала допустимую по санитарным нормам. В связи с тем, что большинство пластмасс дают взрывоопасную пыль (полистирол, фенопласты и др.), венткамеры и все применяемое оборудование должно быть принято во взрывобезопасном исполнении.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ВОДОЕМОВ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Мероприятия по охране водоемов и других источников водопользования должны охватывать комплекс технических решений, уменьшающих расходы прямоочной хозяйственно-пить-

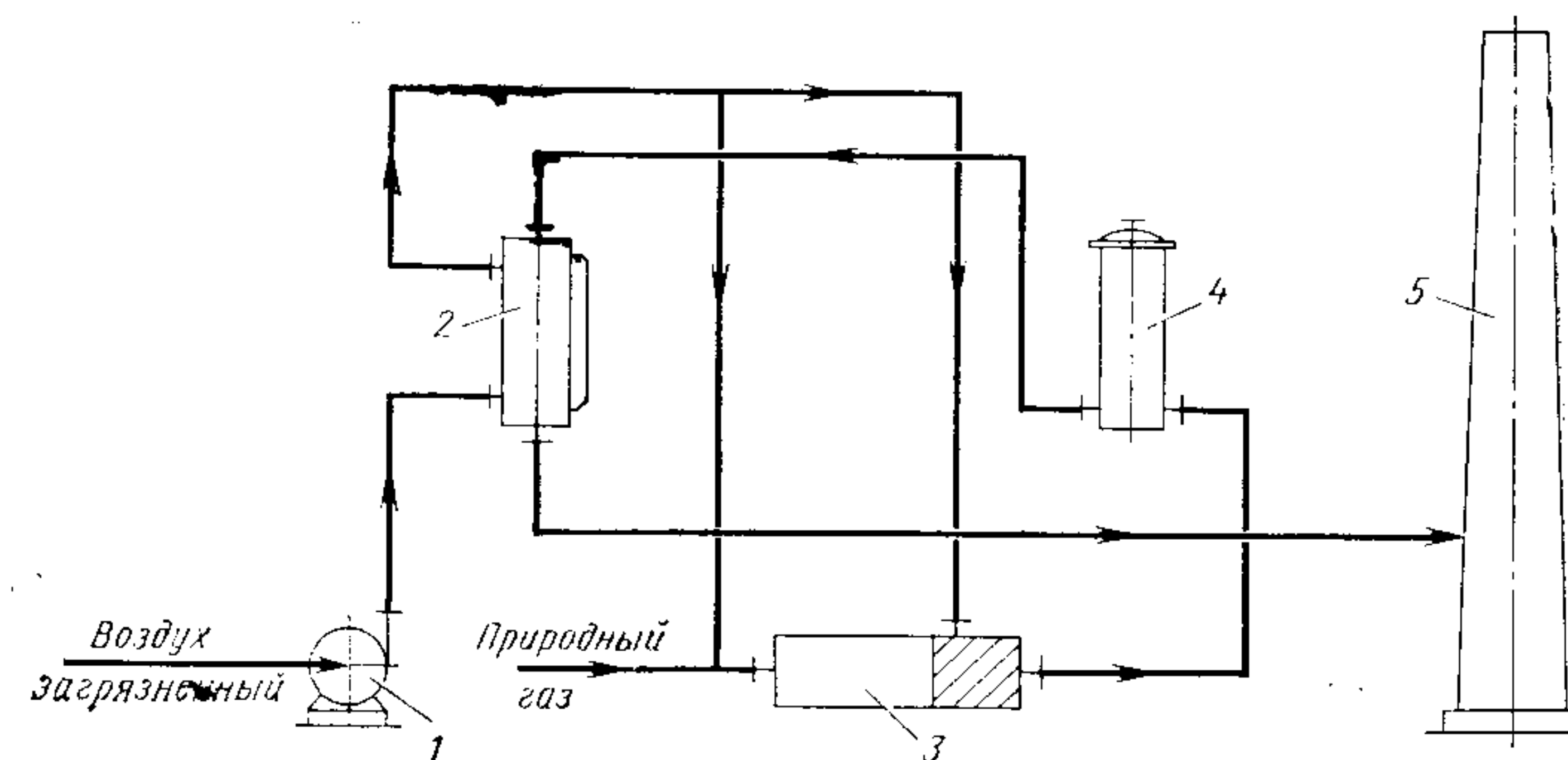


Рис. XIV.1. Принципиальная схема очистки загрязненного воздуха каталитическим окислением (ПВС — паровоздушная смесь):

1 — воздуходувка; 2 — рекуператор; 3 — печь с камерой смешения; 4 — каталитический реактор; 5 — дымовая труба.

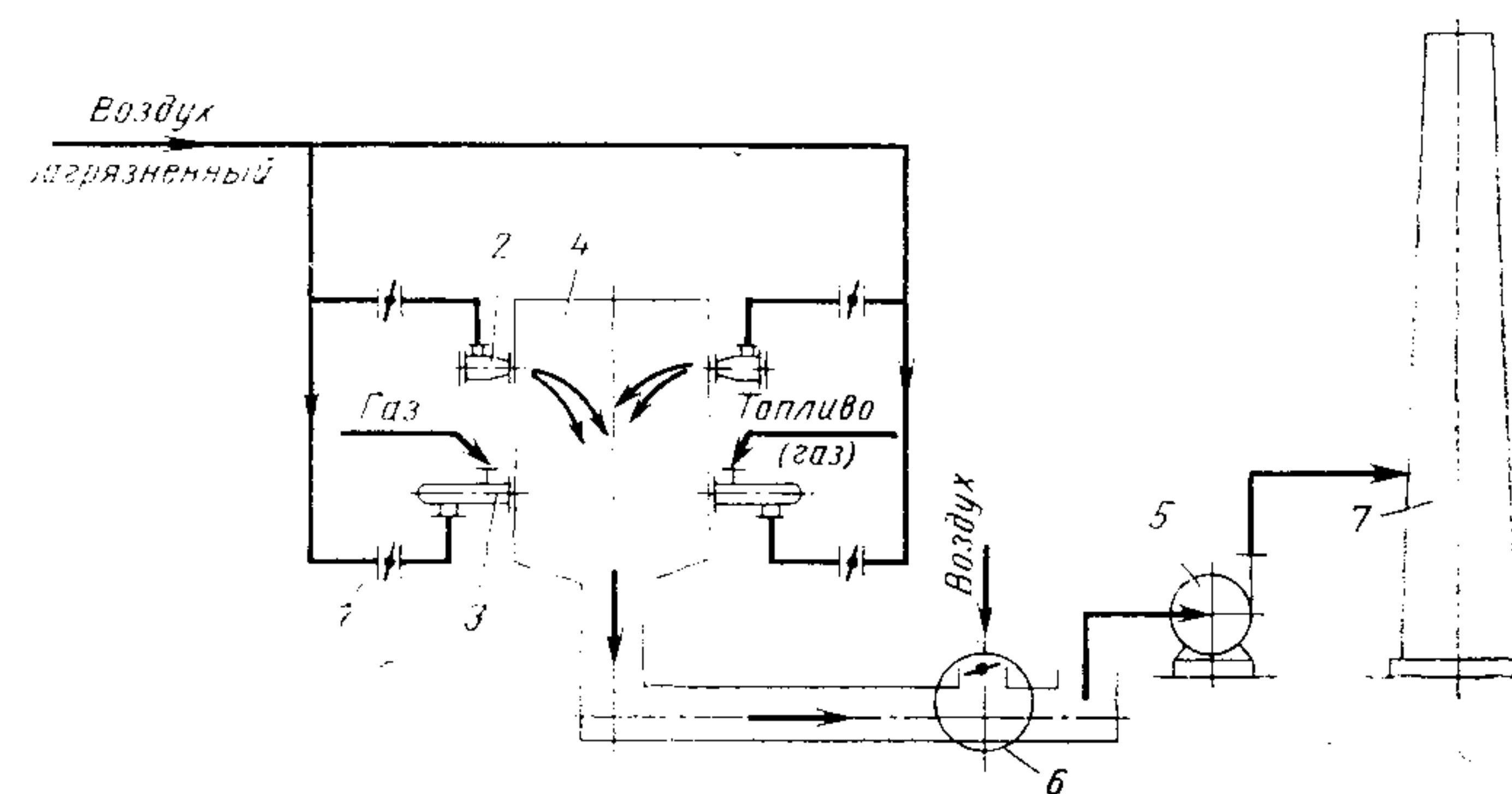


Рис. XIV.2. Принципиальная схема очистки загрязненного воздуха термообезвреживанием:

1 — регулирующие заслонки; 2 — горелка для подачи воздуха; 3 — газовая горелка; 4 — циклонная печь сжигания; 5 — дымосос; 6 — узел снижения температуры дымовых газов до 180—200 °С.

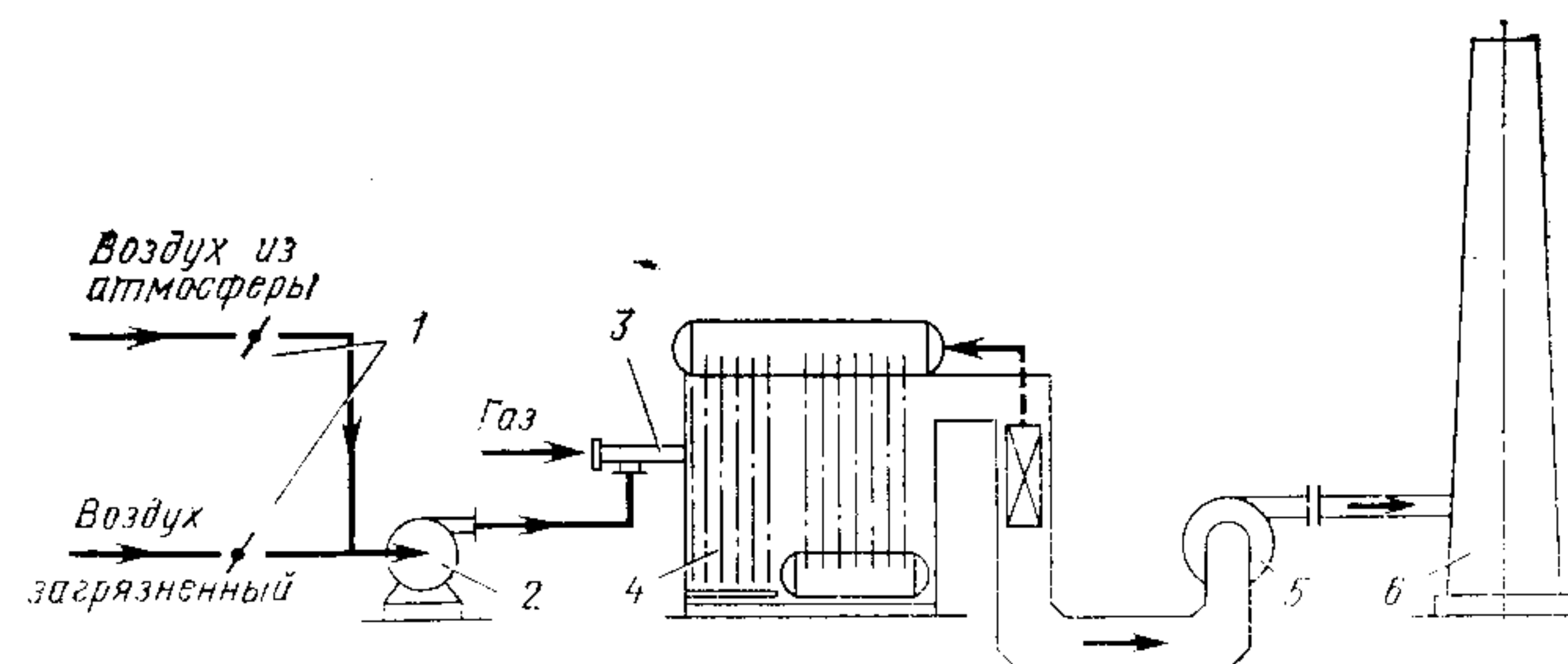


Рис. XIV.3. Принципиальная схема очистки загрязненного воздуха в котельных установках:

1 — регулирующая заслонка; 2 — дутьевой вентилятор; 3 — горелка; 4 — котлоагрегат; 5 — дымосос; 6 — дымовая труба.

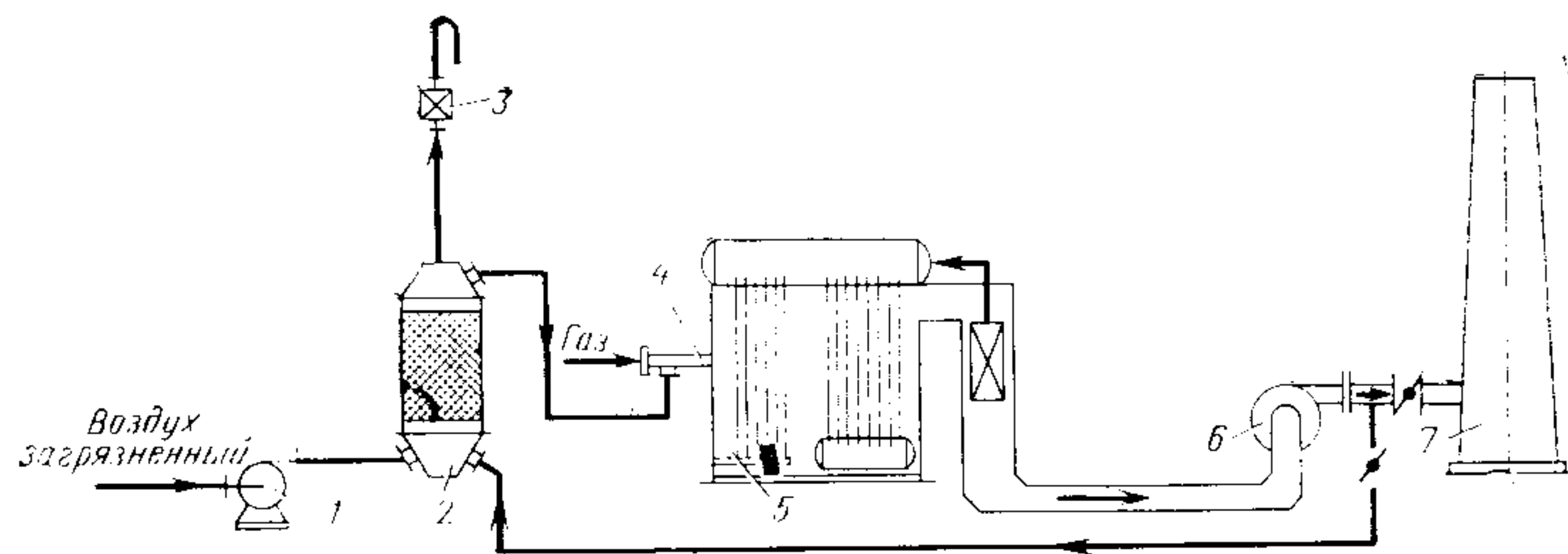


Рис. XIV.4. Принципиальная схема очистки загрязненного воздуха комбинированным методом:

1 — вентилятор; 2 — адсорбер; 3 — огнепреградитель; 4 — горелка; 5 — котлоагрегат; 6 — насос; 7 — дымовая труба.

евои воды и ликвидирующих возможность загрязнения отходами производства окружающих источников водопользования (озера, реки, моря, горизонты подземных вод и т. д.).

При проектировании предприятий по производству изделий из пластмасс необходимо применять для промышленного водоснабжения закрытые схемы с применением водооборота.

Эффективность принятых решений по водоснабжению определяется коэффициентом использования воды H и степенью оборота воды $P_{об}$ [5]:

$$H = \frac{W_n - W_{сб}}{W_n}$$

$$P_{об} = \frac{W_{сб}}{W_{сб} + W_n}$$

где W_n — количество воды, забираемой из источника в единицу времени; $W_{сб}$ — сброс в водоем производственных сточных вод в единицу времени; $P_{об}$ — расходуемое количество оборотной воды.

В связи с тем, что предельно допустимые концентрации регламентируются (табл. XIV.2) [3], при проектировании необходимо предусматривать специальные решения по очистке сточных вод. К их числу относятся: 1) нейтрализация кислых и щелочных стоков; 2) разбавление стоков до предельно допустимых концентраций; 3) термообезвреживание стоков на специальных установках. Чаще всего в цехах по переработке пластмасс в изделия применяют 1 и 2 методы.

Наиболее загрязненные стоки образуются в гальванических отделениях инструментальных цехов. Установка нейтрализации сточных вод состоит из насосной станции с резервуарами-накопителями, камер реакции щелочных и хромовых сточных вод и реагентного хозяйства.

На специализированных предприятиях по переработке пластмасс в изделия, где имеются цеха или участки пропитки, может возникать необходимость в установке термообезврежи-

Таблица XIV.2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Наименование ингредиента	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/л
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,5
Метанол	»	3,0
Метакриловая кислота	»	1,0
Трикрезилфосфат	»	0,005
Формальдегид	»	0,05
Фуран	»	0,2
Циклогексан	»	0,1
Циклогексанон	»	0,2
Четыреххлористый углерод	»	0,3
Ацетон	Общесанитарный	В пределах, допустимых расчетом на содержание органических веществ в воде водоемов, и по показателям БПК
Бутилацетат	»	В пределах, допустимых расчетом на содержание органических веществ в воде водоемов, и по показателям БПК и растворенного кислорода
Дибутилфталат	»	0,2
Капролактан	»	1,0
Терефталатная кислота	»	0,1
Тетрагидрофуриловый спирт	»	0,5
Бутадиен	Органолептический	0,1
Бутиловый спирт	»	1,0
Пропиловый спирт	»	0,25
Фенол (карболовая кислота)	»	0,001
Фурфурол	»	1,0
ВА-2 (разбавитель стирольный)	Санитарно-токсикологический	0,5
ВА-2-Т (разбавитель поливинилтолуольный)	»	0,5
Бензол	Токсикологический	0,5
Поливинилацетатная эмульсия	»	0,3
Ксилол	Органолептический	1,0
Стирол	»	0,1
Толуол	»	0,5

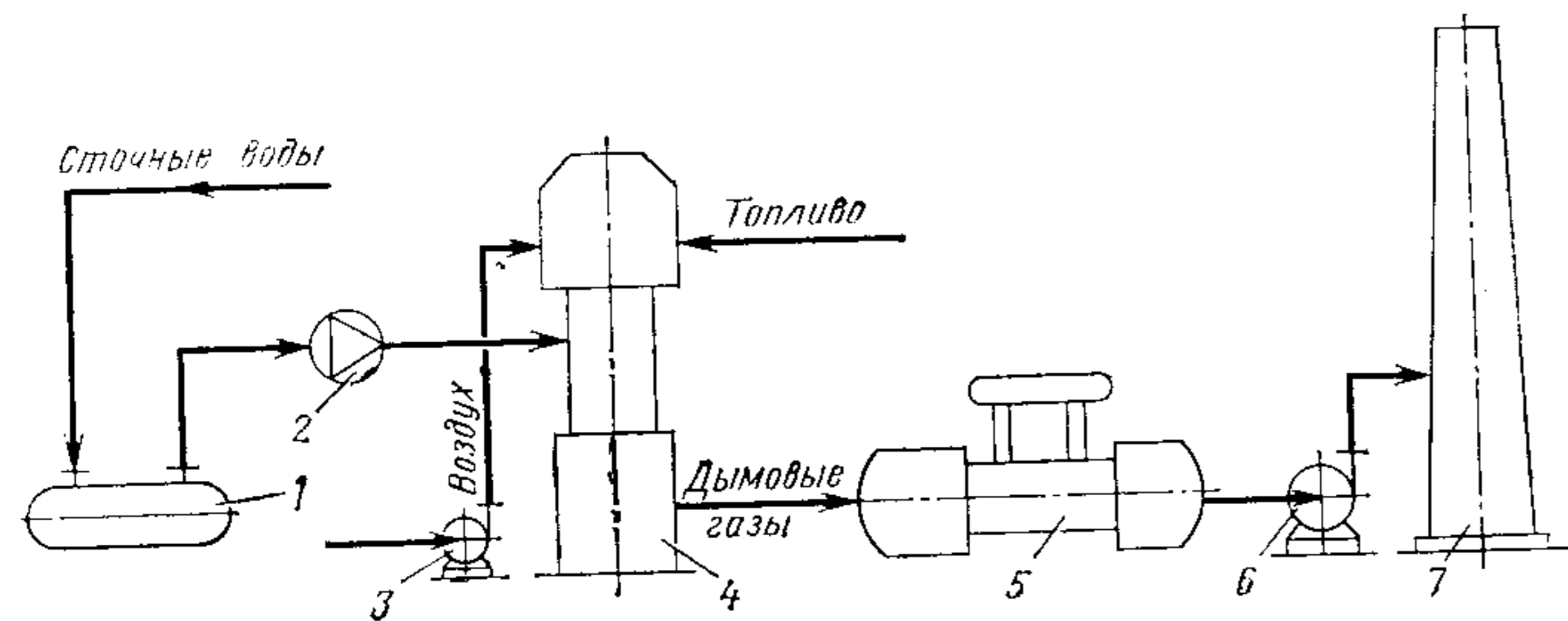


Рис. XIV.5. Принципиальная схема термического (огневого) обезвреживания сточных вод с утилизацией тепла:
1 — резервуар; 2 — насос; 3 — вентилятор; 4 — реактор; 5 — котел-утилизатор; 6 — дымосос; 7 — дымовая труба.

вания жидких стоков, содержащих органические вещества. Принципиальная схема установки термообезвреживания жидких стоков приведена на рис. XIV.5.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПОЧВЫ

При выборе площадки для строительства новых производств согласно СН-202—81 рекомендуется использовать неудобные или непригодные для сельского хозяйства земли; при этом не требуется дополнительных мероприятий по охране почв. В тех же случаях, когда при строительстве занимается плодородная земля и уничтожаются лесные угодья, проектировщик обязан обеспечить решения, позволяющие сохранить плодородный слой земли за счет новых посадок леса и т. д.

В связи с тем, что на заводах по переработке пластмасс образуются твердые отходы полимерного происхождения, которые не представляется возможным использовать, необходимо по согласованию с санитарными органами организовывать их захоронение в специально оборудованных местах (овраги, горные выработки, пещеры и т. д.) или создавать специальные установки по огневому сжиганию твердых отходов (рис. XIV.6).

На термическое обезвреживание целесообразно направлять предварительно подготовленные отходы, т. е. дробленные с усредненным составом. Чем выше степень измельчения, тем лучше протекает процесс выгорания и выше производительность установки. Максимальный размер куска не должен превышать 260—300 мм. Отходы, содержащие серу, хлор, фтор, фосфор и другие вещества, при сгорании которых образуются токсичные соединения, не рекомендуется направлять на сжигание, а необходимо направлять только на захоронение. Это связано с тем, что мероприятия по очистке высокотемпературных дымо-

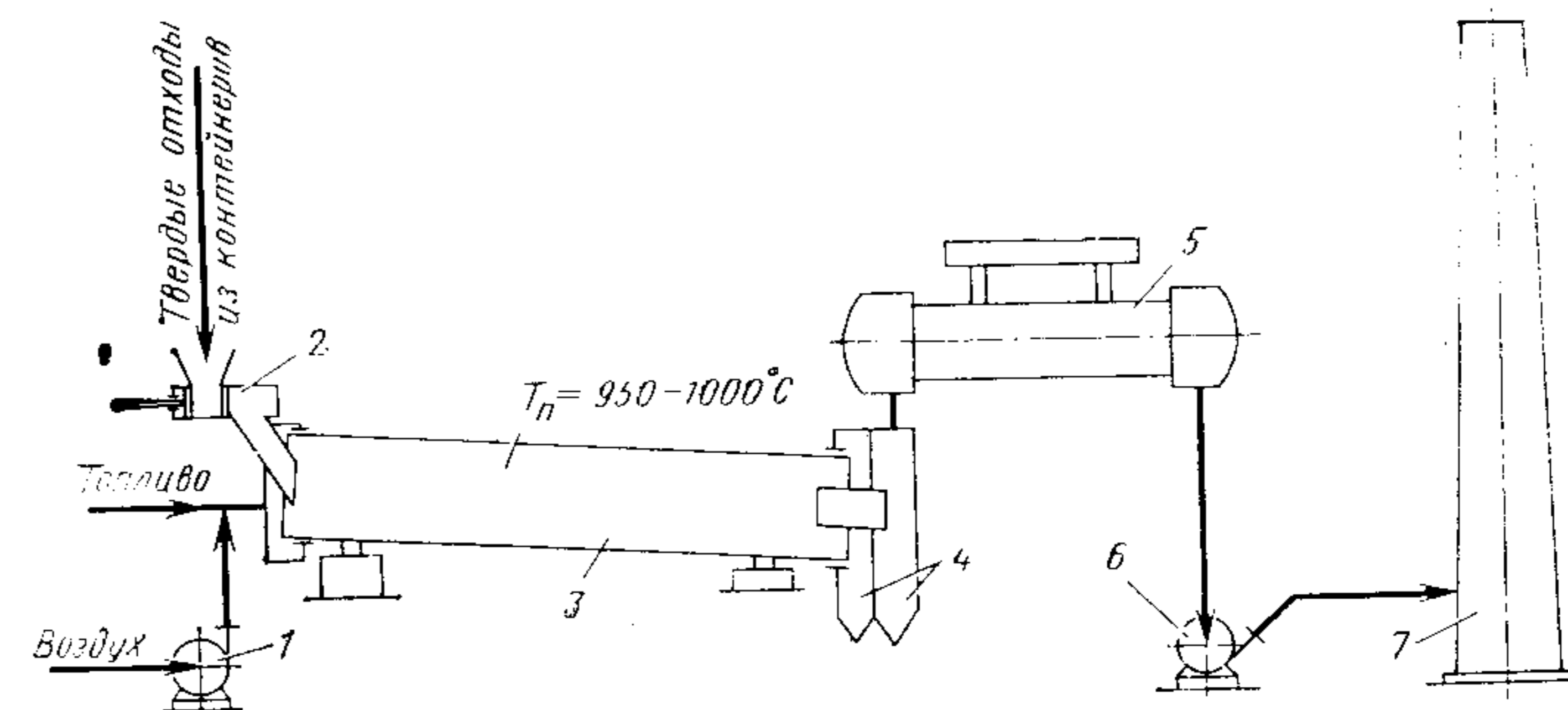


Рис. XIV.6. Принципиальная схема термического (огневого) обезвреживания твердых отходов с утилизацией тепла:
1 — вентилятор; 2 — загрузочное устройство; 3 — вращающаяся печь; 4 — выгрузочная камера; 5 — котел-утилизатор; 6 — дымосос; 7 — дымовая труба.

вых газов от указанных веществ и их соединений неэкономичны.

Установки термического обезвреживания на заводах по переработке пластмасс целесообразно создавать при годовом количестве отходов, подлежащих сжиганию, свыше 100 т/год. Если в зоне специализированного завода имеются районные мусоросжигающие установки, целесообразно на договорных началах сжигать отходы там.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И СОБЛЮДЕНИЮ НОРМ ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ

Для обеспечения безопасности производства и соблюдения норм промышленной санитарии при проектировании необходимо использовать нормативные документы по соответствующим разделам проекта.

Требования к технологическому процессу

Основными условиями, обеспечивающими безопасность технологического процесса, являются:

- размещение оборудования с учетом «Правил безопасности для производств по переработке пластических масс»;
- проведение процессов, связанных с газо-, пылевыделением, повышенным шумом, в специальных помещениях;
- обеспечение возможности соблюдения параметров технологического регламента;
- соответствие воздушной среды производственных помещений санитарным нормам;
- максимальная механизация транспортных операций;
- обеспечение работающих спецодеждой, исправными инструментами и приспособлениями, а также средствами индивидуальной защиты и т. д.

Таблица XIV.3. Основные физико-химические, токсические свойства сырья и готового продукта и свойства, характеризующие пожароопасность (пример)

Наименование	Состояние	Температура вспышки, °С	Температура воспламенения, °С	Температура самовоспламенения, °С	Токсические свойства	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м³
Капролактан	Жидкое вещество	135	—	400—460	Пары вызывают раздражение верхних дыхательных путей	10
Полиэтилен	Твердое горючее вещество в гранулах; плотность 0,94—0,96 г/см³	—	306	—	Полиэтилен не токсичен; пары продуктов термического разложения раздражают дыхательные пути	10 (аэрозоль)

При проектировании необходимо учитывать особенности свойств исходных материалов [4]. В разделе техники безопасности рекомендуется составлять таблицу основных физико-химических, пожарных и токсических свойств применяемого сырья и готовой продукции (см. табл. XIV.3). Данные об этих свойствах содержатся в регламентах или специальной литературе, там же находят данные по взрывоопасности применяемых веществ.

Требования к производственным помещениям

Категории, классы помещений, степень огнестойкости, группы производственных процессов по участкам и отделениям должны быть приняты в соответствии с технологическим процессом на основании СНиП II-М.2—72, СНиП II-92—76, ПУЭ и должны быть сведены в таблицу. В табл. XIV.4 приведены указанные данные для производства прессованных изделий.

В помещениях, относящихся к категориям А и Б, площадь легко сбрасываемых наружных конструкций (окна, двери, крыша) должна соответствовать требованиям СНиП II-М.2—72 (п. 3—3).

На основании данных табл. XIV.4 после определения численности работающих проектируются, исходя из групп вредностей производственных процессов, бытовые помещения.

Требования к применению средств защиты работающих

При составлении карты научной организации труда в обязательном порядке дается краткая медико-санитарная характеристика условий труда. Кроме того, при организации рабоче-

го места учитываются все требования эргономики и создаются все условия для максимальной механизации и автоматизации.

Для создания нормальных санитарно-гигиенических условий проектом должны быть предусмотрены:

а) общеобменная вентиляция во всех помещениях, а в местах выделения вредностей — местные отсосы; б) фонтанчики питьевой воды; в) раковины самопомощи; г) поддержание в производственных помещениях комфортных условий труда; д) средства индивидуальной защиты на рабочих местах с повышенными показателями вредностей (респираторы, противозащитные наушники и т. п.).

Так как в производствах по переработке пластмасс в изделия неизбежен контакт обслуживающего персонала с выделяющимися вредностями (в связи с конструктивными особенностями оборудования и проведением процессов при температурах, близких к температуре разложения полимеров), работникам отрасли устанавливаются дополнительные льготы (допол-

Таблица XIV.4. Классификация основных помещений производства по переработке пластмасс методом прессования с указанием категории по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности (в соответствии со СНиП II-М.2—72), классов помещений (по ПУЭ) и групп производственных процессов (по СНиП II-92—76)

Наименование отделения, участка	Категория по СНиП II-М.2—72	Класс помещений по ПУЭ	Санитарная группа по СНиП II-92—76
1. Отделение прессования при изготовлении деталей из: таблеток, гранулированных пресс-порошков	В	П-IIa	IIIa
пресс-порошков волокнистых и стекловолокнистых пресс-материалов	Б	В-IIa	IIIa
2. Отделение механической обработки	В	П-IIa	Iв
Вентиляционные установки местных отсосов	Б	В-IIa	
3. Участок загрузки таблеточных машин пресс-порошком	Б	В-IIa	IIIб
4. Участок загрузки машин для жгутирования АГ-4В	В	П-IIa	IIIб
Вентиляционные установки местных отсосов	Б	В-IIa	
5. Участок таблетирования пресс-порошков	Б	В-IIa	IIIa
6. Участок брикетирования волокнистых материалов	В	П-IIa	IIIб
Вентиляционные установки местных отсосов	Б	В-IIa	
7. Кладовая таблеток	В	П-IIa	Ia
8. Кладовая пресс-порошков	Б	В-IIa	IIIa

нительный отпуск, сокращенный рабочий день, спецпитание и т. п.).

Особое значение при проектировании защиты работающих приобретает борьба с шумом. Уровень производственного шума на всех участках не должен превышать допустимых величин (ГОСТ 12.1003.76). Уровни шума на рабочих местах должны определяться расчетом по СНиП 11-12—77 «Защита от шума» (п. 4.1; 4.2); допустимым считается уровень звукового давления 86 дБ при частоте 250 Гц.

Для уменьшения затрат на охрану окружающей среды необходимо в технологической части проекта предусматривать максимально-возможную утилизацию твердых отходов полимерного сырья с переработкой его в изделия неотвественного назначения (половую плитку, ирригационные трубы, каналы связи и т. д.), уменьшение объема отсасываемого воздуха (это достигается за счет встроенных отсосов и применения специальных поглотительных фильтров), применение замкнутых схем водоснабжения, повышение этажности с целью сокращения территории строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон об охране атмосферного воздуха, принятый Верховным Советом СССР 25 июня 1980 г. М., 1980. 23 с.
2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. 2-е изд. Л., Химия, 1975. 455 с.
3. Шабалин А. Ф. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. М., Изд-во литературы по строительству, 1972. 296 с.
4. Вредные вещества в промышленности/Под ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. Л., Химия. Т. 1, 1976, 590 с.; т. 2, 1976, 624 с.; т. 3, 1977, 608 с.
5. Методика оценки экономической эффективности научно-технических мероприятий по охране водных ресурсов от загрязнений. М., Госстрой СССР ВНИИ «Водгео», 1978. 26 с.
6. ГОСТ 17.2.3.02—78. Охрана природы, атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

Глава XV

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ*

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технико-экономическая часть является одним из важнейших документов любого проекта. Главная ее цель— дать оценку экономической эффективности принятых проектных решений и определить экономические показатели хозяйственной деятельности будущего предприятия, производства [1, 2].

* Глава написана в соавторстве с А. П. Кулишенко.

В этой части, согласно инструкции СН-202—81, приводятся результаты технико-экономических расчетов эффективности строительства. Особое внимание уделяется обоснованию прогрессивности применяемых технологических процессов производства и оборудования, специализации, кооперированию и комбинированию производства.

Определяется потребность в основных категориях рабочих и ИТР и обосновываются источники обеспечения потребности.

Центральное место в экономической части проекта занимает оценка экономичности проектных решений, которая включает анализ капитальных вложений и основных фондов, основных технико-экономических показателей предприятия и сравнение их с аналогичными показателями на передовых отечественных и зарубежных предприятиях [2, 3].

Оценивать экономическую эффективность проектных решений необходимо, исходя из основных технико-экономических показателей проекта на момент их полного освоения.

Освоенность района строительства, природно-климатические условия, наличие местных строительных материалов, состояние и мощность строительных организаций влияют на сметную стоимость строительства, а следовательно, и на экономичность проекта в целом.

Демографический состав населения и национально-бытовые особенности, наличие свободных трудовых ресурсов влияют на размещение нового строительства, на расширение жилищного и культурно-бытового строительства, что в конечном итоге отражается на экономических показателях проекта.

В отдельную группу выделяются факторы, характеризующие прогрессивность выбранного технологического процесса и оборудования. Высокие темпы технического прогресса позволяют в переработке пластмасс применять принципиально новое оборудование с большой единичной мощностью, непрерывные технологические процессы, автоматизированные участки и потоки, роботы-манипуляторы, новые виды полимерных материалов для переработки и т. д.

Экономичность проекта в конечном итоге устанавливается в процессе эксплуатации производства. Поэтому в проекте важно учесть эксплуатационные расходы, которые находятся в прямой зависимости от проектных решений по системе отопления, вентиляции, теплозащиты, сантехнических устройств и т. д.

Большое значение для экономичности проектных решений имеет рациональное размещение зданий и сооружений на генплане, выбор прогрессивных конструкций зданий и сооружений.

Экономичность проектных решений определяется также наличием железных и автомобильных дорог, общественного транспорта в пункте размещения предприятия.

Экономика производства изделий из пластмасс наряду с наличием общих черт с экономикой других отраслей обраба-

тывающей промышленности имеет и свои специфические особенности.

Доля затрат на сырье и материалы в общих затратах по эксплуатационным производствам (производство пленок, труб, листов) выше, чем по всей промышленности в целом, а по производству изделий из пластмасс методами прессования, литья под давлением, выдуванием и др. находится приблизительно на уровне машиностроения и ниже, чем в химической промышленности в целом [4, 5].

Предприятия по переработке пластмасс являются крупными потребителями электроэнергии. Доля затрат на эти цели в общих затратах примерно вдвое выше, чем промышленности в целом, но ниже, чем в химической промышленности. Вместе с тем доля зарплаты и отчислений на социальное страхование в этой подотрасли ниже, чем в перечисленных отраслях.

Характерным для заводов по переработке пластмасс является объединение под единым управлением разнородных видов производств, отличающихся методами переработки пластмасс, применяемым оборудованием и сырьем. Это приводит к тому, что сравнение экономических хозрасчетных показателей значительно затруднено.

Все предприятия по переработке отличаются высоким уровнем рентабельности.

Характерным для переработки пластмасс является высокая доля вспомогательных рабочих за счет общезаводских вспомогательных цехов и обслуживающих объектов (ремонт оборудования и пресс-форм, инструментальный цех, тарное и складское хозяйство, энергетические объекты и т. д.).

В подотрасли переработки пластмасс фондовооруженность труда в среднем составляет 6 тыс. руб. на человека; это значительно выше, чем в машиностроении, но ниже, чем в химической промышленности в целом.

Уровень фондоотдачи на предприятиях и в цехах по переработке пластмасс значительно колеблется в зависимости от структуры производства. В производствах труб и пленок методом экструзии этот показатель гораздо выше, чем в производстве прессованных и литьевых изделий.

Исходя из приведенных задач и учитывая специфику предприятий по переработке пластмасс, предлагается следующий примерный состав и содержание технико-экономической части проекта:

- 1) обоснование проектной мощности предприятия, его специализации и состава;
- 2) обоснование размещения нового строительства и данные о выбранной площадке строительства;
- 3) обеспечение основными материалами, сырьем и энергоресурсами;
- 4) определение потребности в основных категориях работающих и анализ производительности труда;

5) анализ капитальных вложений и основных фондов предприятия;

6) анализ себестоимости продукции;

7) основные технико-экономические показатели предприятия и сравнение их с аналогичными показателями передовых отечественных и зарубежных предприятий;

8) основные требования для осуществления строительства (потребность в строительстве объектов жилищно-гражданского назначения, сведения о состоянии и необходимости развития строительной базы, потребности в выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и т. д.).

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТНОЙ МОЩНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (ПРОИЗВОДСТВА), ЕГО СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И СОСТАВА

В этом разделе технико-экономической части проекта приводятся следующие сведения:

перспективные балансы производства и потребления продукции, намечаемой к выпуску, районы потребления продукции данного предприятия;

данные о технической возможности и экономической целесообразности покрытия выявленного дефицита данной продукции за счет реконструкции и расширения действующих предприятий;

оценка оптимальности рекомендуемых проектных мощностей и специализации предприятия (производства);

ассортимент и качество продукции;

данные о составе предприятия, очередях строительства и пусковых комплексах.

ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ (ЦЕХА) И ДАННЫЕ О ВЫБРАННОЙ ПЛОЩАДКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

В данном разделе технико-экономической части проекта приводятся сведения о соответствии проектных решений схеме развития и размещения подотрасли промышленности по переработке пластмасс и схеме развития и размещения производственных сил союзной республики (экономического района), а также основные данные о технико-экономическом сравнении рассмотренных вариантов размещения предприятия (производства).

Положение пункта строительства в экономическом районе сказывается на рациональном размещении производительных сил, а положение площадки в пределах установленного города оказывает влияние на экономические показатели размещаемого производства. Поэтому в процессе выбора площадки под строительство на стадии составления проекта сопоставляются все

факторы и технико-экономические расчеты по обследованным площадкам с точки зрения наилучшего удовлетворения условий строительства и эксплуатации предприятия.

В технико-экономической части проекта приводятся только основные сведения о выбранной площадке:

- размер и конфигурация площадки;
 - возможность расширения предприятия;
 - принадлежность земель и их пригодность для сельского хозяйства;
 - гидрогеологические качества площадки (рельеф, средний уклон, уровень грунтовых вод, затопляемость, допустимое давление на грунт, наличие карстовых явлений, просадочность грунтов и т. д.);
 - снос строений;
 - близость площадки к городу и условия сообщения с ним;
 - удовлетворение санитарно-гигиенических и технических требований;
 - условия получения энергии и протяженность трасс (электроэнергии, тепло-, газо-, водоснабжения и т. д.);
 - условия сброса сточных вод;
 - наличие подъездных автомобильных дорог;
 - условия примыкания к железнодорожной станции;
 - долевое участие в строительстве внешних коммуникаций.
- Далее приводятся данные, уточняющие эффективность размещения производства в выбранном пункте в соответствии с решениями, принятыми в техническом проекте.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОСНОВНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ, СЫРЬЕМ И ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ

Расчет потребности в сырье выполняется на основе расходных коэффициентов (по данным технологической части проекта) и производственной программы. В этом же разделе устанавливаются возможные поставщики по каждому виду сырья.

По всем видам энергоресурсов (электроэнергия, топливо, пар, тепло, вода и т. д.) определяется годовая потребность и указываются источники обеспечения этой потребности.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОСНОВНЫХ КАТЕГОРИЯХ РАБОТАЮЩИХ И АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Первоосновой для определения важнейших показателей экономической эффективности проектных решений является установление состава и численности работающих на проектируемом предприятии [6, 7].

В состав промышленно-производственного персонала входят рабочие, служащие, ИТР и МОП основных и вспомогательных производств, подсобных и побочных служб, ремонтно-строительные и хозяйственные рабочие, работники пожарной и сторожевой охраны, работники заводоуправления.

К непромышленному персоналу относятся работники подсобных хозяйств, работники, занятые на капитальном ремонте зданий, оплачиваемые за счет специальных ассигнований, работники жилищного и коммунального хозяйства, культурно-бытового и медико-санитарного обслуживания, оплачиваемые из средств предприятия.

Численность непромышленного персонала учитывается для определения потребности в трудовых ресурсах и объемов необходимого жилищного и культурно-бытового строительства.

Численность производственных рабочих, необходимых для выполнения проектируемой программы предприятия, определяется в разделе проекта «Организация труда».

Особенностью переработки пластмасс по сравнению с другими отраслями химической промышленности является значительная трудоемкость производства изделий [4, 5], причем по отдельным видам переработки пластмасс наблюдаются значительные колебания. Наиболее высокая трудоемкость характерна для изделий, получаемых методом прессования и литья под давлением. В несколько раз ниже трудоемкость производства экструзионных изделий (пленки, трубы, профили).

Характерным для предприятий по переработке пластмасс является высокая доля вспомогательных рабочих (достигает 40% численности рабочих), что объясняется необходимостью механической обработки изделий, значительного инструментального хозяйства, ремонтных служб, тарного цеха и т. д.

На специализированных заводах по переработке пластмасс на долю занятых в основных производственных цехах приходится примерно 46% всех работающих.

Выработка продукции в стоимостном выражении на одного работающего в среднем по отрасли переработки пластмасс составляет 16 тыс. руб., а на отдельных предприятиях достигает 28 тыс. руб. в год.

В практике проектирования широко используется цеховая выработка продукции в натуральном выражении на одного работающего цеха. На передовых действующих предприятиях уровень этого показателя достигает следующих размеров (тонн в год):

Прессование	8,0
Литье под давлением	9,0
Выдувание	11,0
Производство полиэтиленовых пленок	87
Производство полиэтиленовых труб	64

Для характеристики эффективности и полноты использования рабочей силы рассчитываются показатели:

- рост производительности труда по сравнению с предприятием-аналогом и передовыми отечественными предприятиями;
- коэффициент сменности.

Рост производительности труда является важнейшим показателем эффективности использования трудовых ресурсов и производственных фондов.

Рост производительности труда рассчитывается как отношение предусмотренной проектом выработки продукции одним среднесписочным работником к выработке аналогичного производства:

$$P = \frac{V_{\text{п}}}{\text{Ч}_{\text{п}}} : \frac{V_{\text{а}}}{\text{Ч}_{\text{а}}} \quad (\text{XV.1})$$

где P — рост производительности труда в относительных величинах или в процентах; $V_{\text{п}}$ — выпуск продукции проектируемым предприятием; $V_{\text{а}}$ — выпуск продукции предприятием-аналогом; $\text{Ч}_{\text{п}}$ — численность работающих на проектируемом предприятии; $\text{Ч}_{\text{а}}$ — численность работающих на предприятии-аналоге.

Объем выпуска продукции может приниматься как в натуральном, так и в стоимостном выражении. Наилучшие результаты дает расчет производительности труда с использованием натуральных показателей измерения продукции при условии ее сопоставимости по ассортименту, номенклатуре и качеству.

В расчете производительности труда используется численность промышленно-производственного персонала.

На основе проектных данных проводится анализ роста производительности труда по основным факторам. При этом выделяются те факторы, влияние которых определяется проектными решениями.

В практике проектирования применяется следующая классификация факторов роста производительности труда:

- 1) изменение структуры производства;
- 2) технический прогресс, повышение технического уровня производства;
- 3) совершенствование управления, организации производства и труда;
- 4) изменение объема производства;
- 5) прочие факторы.

Экономия затрат труда по данной группе факторов роста производительности труда определяется путем сравнения численности работников, необходимой для выработки продукции при базисных условиях производства (по предприятию-аналогу) и при соответствующем изменении техники и технологии в проекте:

$$\text{Э}_{\text{ч}} = (T_{\text{п}} - T_{\text{б}}) A_{\text{п}} \quad (\text{XV.2})$$

где $\text{Э}_{\text{ч}}$ — относительная экономия численности работников; $T_{\text{п}}$ и $T_{\text{б}}$ — число работников, приходящееся на единицу продукции соответственно по проекту и аналогу (базисному варианту); $A_{\text{п}}$ — объем производства продукции по проекту.

Экономия численности работающих в результате применения в проекте более совершенных методов управления (улуч-

шение структуры и схемы управления, механизация учетных и вычислительных работ, создание автоматизированных систем управления и т. д.) определяется прямым подсчетом по каждому изменению в проекте по сравнению с аналогом.

Экономия численности работающих в результате применения в проекте мероприятий НОТ и организации производства (внедрение типовых проектов организации рабочих мест, отраслевых и межотраслевых норм, передовых приемов и методов труда и т. д.) рассчитывается путем сравнения численности, требующейся на проектируемое количество оборудования (по видам) при базисных и проектируемых нормах обслуживания [8].

Относительное уменьшение численности промышленно-производственного персонала в связи с ростом объема производства рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}_{\text{ч}} = \frac{\text{Ч}_{\text{б}} (P_{\text{ч}} - P_{\text{пр}})}{100} \quad (\text{XV.3})$$

где $\text{Ч}_{\text{б}}$ — численность промышленно-производственного персонала (без основных производственных рабочих) по аналогу; $P_{\text{ч}}$ — необходимое увеличение численности промышленно-производственного персонала (без основных производственных рабочих) в %, принятое для расчета в связи с ростом объема производства; $P_{\text{пр}}$ — проектируемый рост объема продукции в % по сравнению с аналогом.

После определения экономии затрат труда по отдельным факторам составляют сводный расчет.

После того как определено общее уменьшение численности работников по всем факторам, подсчитывается повышение производительности труда по формуле:

$$P = \frac{\text{Э}}{\text{Ч} - \text{Э}} \cdot 100 \quad (\text{XV.4})$$

где P — прирост производительности труда, %; Э — уменьшение численности промышленно-производственного персонала под действием факторов роста производительности труда; Ч — численность промышленно-производственного персонала по разработанному проекту при сохранении базисной выработки (по аналогу); рассчитывается путем умножения численности по аналогу на индекс роста объема производства по разработанному проекту.

АНАЛИЗ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ И ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ

В этом разделе устанавливается общий объем капитальных вложений на строительство проектируемого предприятия с выделением стоимости оборудования и строительно-монтажных работ. Указывается размер вводимых основных производственных фондов по очередям строительства и пусковым комплексам.

Исходными документами для определения этих данных служат сводка затрат и сводная смета стройки.

Таблица XV.1. Среднеотраслевые перспективные показатели по удельным капитальным вложениям (руб.) на 1 т продукции

Вид продукции	Техническое перевооружение и реконструкция			Новое строительство		
	всего	строитель-но-монтаж-ные работы	оборудо-вание	всего	строитель-но-монтаж-ные работы	оборуд-вание
Прессованные изделия	845	270	575	1550	720	730
Литьевые изделия	880	300	580	1850	900	950
Выдувные изделия	760	150	610	1180	580	600
Пленки полиолефиновые	300	100	200	340	110	230
Трубы из полиолефинов	360	150	210	410	170	240
Трубы из поливинилхло-рида	435	175	260	490	200	290

Для определения экономической эффективности капиталь-ных вложений проводятся расчеты и анализируются следую-щие показатели:

- удельные капитальные вложения;
- общая или сравнительная эффективность;
- окупаемость капитальных вложений;
- фондоотдача;
- технологическая структура капитальных вложений.

Важным качественным экономическим показателем, харак-теризующим эффективность проектных решений, являются удельные капитальные вложения (УКВ) [9].

При проектировании производств по переработке пласт-масс можно ориентироваться на среднеотраслевые перспектив-ные показатели по удельным капитальным вложениям (в руб-лях) на 1 тонну продукции*, приведенные в табл. XV.1.

Для выявления эффективности проектных решений прово-дится сопоставление УКВ по разработанному проекту с этим же показателем проекта, принятого за эталон [10]. На осно-ве этих данных определяется общая экономия (перерасход) капитальных вложений в млн. руб. и в процентах по следую-щей формуле:

$$\mathcal{E}_k = (\text{УКВ}_1 - \text{УКВ}_2) M_2 \quad (\text{XV.5})$$

где \mathcal{E}_k — экономия (перерасход) капитальных вложений в проекте по срав-нению с аналогом, млн. руб.; УКВ_1 и УКВ_2 — удельные капитальные вложе-ния соответственно по аналогу и по разработанному проекту; M_2 — мощность производства по разработанному проекту.

Далее выявляется влияние отдельных факторов на эконо-мию капитальных вложений.

* Эти удельные капитальные вложения могут значительно колебаться в зависимости от номенклатуры продукции и степени автоматизации произ-водства. Так, при создании высокоавтоматизированного производства труб из ПВХ они могут быть превышены в 2—2,5 раза.

Расчет влияния применения в проекте более совершенной техники и технологии производства выполняется по следую-щей формуле:

$$K_T = (K_1 - K_2) A_2 \quad (\text{XV.6})$$

где K_T — экономия капитальных вложений от использования более совершенной техники; K_1 и K_2 — удельные капитальные затраты на технику соот-ветственно по аналогу и по разработанному проекту; A_2 — годовой объем продукции, производимой при использовании техники по разработанному проекту.

На экономию капитальных вложений значительное влияние оказывает изменение стоимости 1 м³ строительного объема здания (сооружения). Для этого сравнивается показатель сто-имости 1 м³ зданий по аналогу и проекту и выявляется об-щая сумма экономии (перерасход) капитальных вложений по этому фактору:

$$K_c = (\mathcal{C}_1 - \mathcal{C}_2) B_2 \quad (\text{XV.7})$$

где K_c — экономия (перерасход) капитальных вложений за счет изменения стоимости 1 м³ строительного объема зданий; \mathcal{C}_1 и \mathcal{C}_2 — стоимость 1 м³ строительного объема зданий соответственно по аналогу и разработанному проекту; B_2 — строительный объем здания по разработанному проекту.

Влияние рационального использования строительного объ-ема зданий на эффективность капитальных вложений расщитывается по формуле:

$$K_o = (v_1 - v_2) A_2 \mathcal{C}_2 \quad (\text{XV.8})$$

где K_o — экономия (перерасход) капитальных вложений за счет изменения использования строительного объема зданий (сооружений); v_1 и v_2 — строи-тельный объем зданий, приходящийся на единицу выпускаемой продукции, соответственно по аналогу и разработанному проекту; A_2 — объем выпускае-мой продукции по разработанному проекту; \mathcal{C}_2 — стоимость 1 м³ строитель-ного объема по проекту.

На эффективность капитальных вложений значительное влияние оказывают проектные решения по подсобно-вспомога-тельным и обслуживающим объектам и производствам [11].

В капитальных вложениях по предприятиям по переработ-ке пластмасс значительный удельный вес (до 30%) составля-ют затраты на строительство инструментального, ремонтного и тарного хозяйства. Их состав, размеры и структура во многом predeterminedляются производственной инфраструктурой региона, в котором намечено разместить будущее предприятие, доле-выми затратами на создание этих служб при размещении пред-приятия в промышленном узле и возможностями расширения этих объектов на действующих родственных предприятиях.

По-разному решается вопрос обеспечения будущего пред-приятия энергоресурсами (электроэнергией, паром, водой, га-зом и т. д.) и транспортом. Это зависит от конкретных условий размещения предприятия и намеченной площадки строительст-ва. Практика разработки проектно-сметной документации по-

казывает, что капитальные затраты на сооружение внешних коммуникаций и на долевые затраты по этим объектам отклоняются от средней их величины в 2—3 раза и более. Поэтому учет этого фактора является обязательным.

Расчет экономии капитальных вложений за счет изменения и более рационального использования подсобно-вспомогательных и обслуживающих объектов, внешних коммуникаций и транспорта выполняется по формуле:

$$K_b = (УКВ_1 - УКВ_2) A_2 \quad (XV.9)$$

где K_b — экономия (перерасход) капитальных вложений за счет изменения и более рационального использования того или иного объекта вспомогательного назначения; $УКВ_1$ и $УКВ_2$ — удельные капитальные вложения на строительство вспомогательного объекта соответственно по аналогу и по проекту; A_2 — объем выпуска продукции по разработанному проекту.

При анализе капитальных вложений необходимо учитывать такой фактор (независимо от проектных решений), как изменение структуры перерабатываемого сырья, ассортимента и качества выпускаемой продукции.

Для выявления этого фактора рассчитывают приведенную производственную программу (по аналогу и по проекту) на основе переводных коэффициентов производительности оборудования.

Переводной коэффициент представляет собой отношение производительности оборудования по данному виду продукции к производительности его по продукции, принятой за единый эталон.

Расчет приведенной программы выполняется по следующей схеме:

$$A = M_1 k_1 + M_2 k_2 + \dots + M_n k_n \quad (XV.10)$$

где A — приведенная программа в тоннах; M_1, M_2, \dots, M_n — запроектированный выпуск продукции по каждой группе однотипного оборудования, в тоннах; k_1, k_2, \dots, k_n — переводные коэффициенты на выпуск эталонного вида продукции.

Далее определяется средний выпуск продукции (по приведенной программе) на единицу установленного оборудования по аналогу и по разработанному проекту.

Соотношение средней производительности единиц оборудования по проекту и по аналогу показывает изменение трудоемкости продукции (в результате структурных сдвигов в ассортименте и качестве продукции) и, следовательно, капитальных затрат, т. е. удельные капитальные вложения изменяются по сравнению с аналогом на этот же коэффициент.

После определения общей экономии капитальных вложений рассчитывается процент снижения капитальных затрат по сравнению с аналогом:

$$\frac{\mathcal{E}}{K} \cdot 100 \quad (XV.11)$$

где \mathcal{E} — общая сумма экономии капитальных вложений; K — сметная стоимость стройки по аналогу.

При разработке проектов новых производств и предприятий производятся расчеты общей экономической эффективности и сроков окупаемости капитальных вложений:

$$\mathcal{E}_{кп} = \frac{Ц - С}{K}; \quad T_{кп} = \frac{T}{Ц - С} \quad (XV.12)$$

где $\mathcal{E}_{кп}$ — абсолютная экономическая эффективность капитальных вложений; $T_{кп}$ — окупаемость капитальных вложений; $Ц$ — годовой выпуск товарной продукции; $С$ — себестоимость годового выпуска товарной продукции; K — сметная стоимость строящегося объекта.

Для предприятий по переработке пластмасс строительство считается эффективным, если коэффициент общей экономической эффективности составляет не менее 0,2, а срок окупаемости — не более 5 лет.

Оценка эффективности капитальных вложений при реконструкции действующих предприятий производится по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{кпр} = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1} \quad (XV.13)$$

где $\mathcal{E}_{кпр}$ — экономическая эффективность капитальных вложений; C_1 и C_2 — себестоимость продукции по действующему производству и по проекту; K_1 и K_2 — стоимость основных производственных фондов соответственно до и после реконструкции.

Срок окупаемости капитальных вложений в этом случае составляет:

$$T_{кпр} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \quad (XV.14)$$

Для определения экономической эффективности капитальных вложений при многовариантных проектных решениях применяются показатели минимума приведенных затрат:

$$C_i + K_i E_n \longrightarrow \min \quad (XV.15)$$

где C_i — себестоимость продукции по каждому варианту; E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K_i — капитальные вложения по каждому варианту.

Работа предприятий по переработке пластмасс в значительной мере зависит от их материально-технической базы, т. е. от степени оснащенности основными фондами и их использования.

В проекте устанавливается размер подлежащих вводу в действие основных производственных фондов по предприятию в целом, по очередям строительства, пусковым комплексам и объектам [12].

Общую стоимость основных фондов рассчитывают на основе сводных смет на строительство. При этом из сводной сметы исключают затраты, не увеличивающие стоимость основных фондов:

а) затраты на временные здания, сооружения и устройства, которые производятся за счет накладных расходов строительных организаций;

б) расходы на подготовку кадров;

в) стоимость материалов, полученных в процессе строительства от разборки сносимых и переносимых зданий;

г) стоимость предметов со сроком службы менее одного года, независимо от их стоимости;

д) затраты на приобретение предметов до 100 руб. за единицу, независимо от их сроков службы;

е) стоимость специальных инструментов и приспособлений целевого назначения, предназначенных для массового или серийного производства (пресс-форм, литьевых форм, экструзионных головок);

ж) стоимость спецодежды и специальной обуви;

з) долевые затраты, передаваемые на баланс сторонних организаций.

Для определения прогрессивности создаваемых основных фондов определяют их структуру и сравнивают с аналогичным проектом и с действующими передовыми отечественными предприятиями.

При анализе структуры фондов необходимо определить соотношение активной и пассивной частей. Активная часть фондов непосредственно воздействует на предмет труда и включает стоимость машин, оборудования, приборов, а также транспортные средства. Пассивную часть фондов образуют здания и сооружения. На действующих предприятиях по переработке пластмасс на долю активной части приходится 53—55% всех фондов.

Обобщающим показателем использования основных производственных фондов является фондоотдача. Фондоотдача — это объем произведенной за год продукции, приходящийся на 1 руб. основных производственных фондов:

$$Ф_о = \frac{А_п}{Ф} \quad (XV.16)$$

где $Ф_о$ — фондоотдача; $А_п$ — объем товарной продукции согласно выполненному проекту; $Ф$ — основные производственные фонды по проекту.

Исследование уровня фондоотдачи на предприятиях по переработке пластмасс показывает, что среднеотраслевой уровень этого показателя составляет примерно 2 руб., а по отдельным предприятиям — от 1,5 до 3 руб. Кроме того, установлено, что уровень фондоотдачи зависит от структуры производства. Этот показатель более низок в производстве прессованных и литьевых изделий, чем в производстве труб и пленок методом экструзии.

На уровень фондоотдачи значительное влияние оказывает ценообразование.

При сравнении отдачи затрат в натуральных показателях по отдельным видам производства наблюдается значительное изменение соотношений этого показателя. Так, уровень фондоотдачи по литьевым изделиям в сравнении с прессовыми в стоимостном выражении выше в 1,1 раза, а в натуральном выражении — в 1,3 раза.

При анализе фондоотдачи фактический показатель по разработанному проекту сравнивается с фондоотдачей по аналогичному проекту и по действующим предприятиям отрасли. Сопоставление уровня фондоотдачи является началом анализа, исходной базой для выявления и измерения факторов, влияющих на ее изменение.

Уровень фондоотдачи в переработке пластмасс зависит от изменения уровня материальных затрат, производительности оборудования, коэффициента сменности, стоимости единицы оборудования в общей стоимости фондов.

Чтобы рассчитать влияние указанных факторов на уровень фондоотдачи в разработанном проекте по сравнению с аналогом, следует формулу фондоотдачи представить в виде произведения следующих сомножителей:

$$Ф_{оП} = Ф_{оА} \cdot \Delta K_m \cdot Пр_{об} \cdot \Delta K_{см} \cdot \frac{1}{\Delta C_{об}} \cdot У_{доб} \quad (XV.17)$$

где $Ф_{оП}$ и $Ф_{оА}$ — фондоотдача соответственно по разработанному проекту и по аналогичному проекту; ΔK_m — изменение уровня материальных затрат; $Пр_{об}$ — изменение производительности оборудования; $\Delta K_{см}$ — изменение коэффициента сменности оборудования и машин; $\Delta C_{об}$ — изменение стоимости единицы оборудования; $У_{доб}$ — изменение удельного веса машин и оборудования в общей стоимости основных фондов.

Приведенные выше данные дают возможность сделать расчет влияния отдельных факторов на фондоотдачу.

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ

Себестоимость продукции является одним из важнейших оценочных показателей хозяйственной работы проектируемого предприятия. Этот показатель отражает уровень техники и технологии переработки пластмасс, уровень производительности труда и организации производства, эффективность использования капитальных вложений [13].

Структура себестоимости продукции переработки пластмасс формируется под влиянием характерных особенностей экономики отдельных методов производства.

Структура себестоимости продукции, характерная для отдельных методов переработки пластмасс, приводится в табл. XV.2.

Для всех методов переработки пластмасс характерен высокий уровень материальных затрат. Так, в производстве изделий из пластмасс доля материальных затрат достигает 37—

Таблица XV.2. Усредненная структура себестоимости изделий и полуфабрикатов из пластмасс (в % к итогу)

Статьи калькуляции	Изделия				Полуфабрикаты			
	прессовые	литьевые	выдувные	вакуум-формованные	пленки	трубы	листы	заготовка из фторопласта
Затраты на сырье	42—47	45—49	37—40	48—52	76—78	65—70	66—71	50—52
Затраты на арматуру	3—4	2—3	—	—	—	—	—	—
Зарплата основных производственных рабочих	9—13	8—11	15—17	7—8	5—7	5—6	5—7	8—9
Погашение стоимости форм	9—11	7—10	3—4	4—6	—	—	—	5—6
Цеховые расходы	17—21	17—21	20—24	24—26	7—10	15—17	11—12	14—15
Общезаводские расходы	10—12	10—12	14—16	7—8	4—6	6—7	7—8	8—9
Прочие затраты	4—6	4—6	4—6	5—6	3—4	4—5	6—7	10—11

52%, а в экструзионных производствах 65—78%. В себестоимости прессовых и литьевых изделий высока доля затрат, связанных с погашением стоимости прессовых и литьевых форм. В производстве экструзионной продукции доля затрат на переработку пластмасс незначительна, она в 2—3 раза ниже, чем в производстве изделий из пластмасс. Это вызвано высокой трудоемкостью изготовления и обработки изделий из пластмасс.

В проектах по переработке пластмасс исчисляются и анализируются следующие показатели по издержкам производства:

- себестоимость отдельных видов продукции (проектная калькуляция) [14];
- себестоимость всей товарной продукции в абсолютной сумме;
- затраты на 1 руб. товарной продукции;
- снижение себестоимости продукции по разработанному проекту в сравнении с аналогом.

При расчете себестоимости продукции в производстве прессовых и литьевых изделий особое внимание необходимо обращать на снижение себестоимости изделий за счет использования в проекте типовых технологических процессов. Суть предложения состоит в том, что все прессовые и литьевые изделия разбиты на определенные группы по технологическому подобию и серийности с целью организации специализированных поточных автоматизированных линий. Типовые технологические процессы охватывают 9 групп литьевых изделий и 7 групп прессованных изделий. Экономический эффект от применения этих процессов достигается за счет снижения себестоимости

продукции. Так, снижение себестоимости на 1 т продукции по литьевым изделиям составляет 620 руб., а по прессованным изделиям — 250 руб.

Наибольшую долю в общем объеме снижения себестоимости составляет экономия по заработной плате и материальным затратам. Амортизационные расходы увеличиваются, так как используется более дорогое автоматизированное оборудование.

Исходными данными для расчета показателей по издержкам производства являются:

- расчетная производственная программа выпуска продукции проектируемого предприятия;
- нормы расхода сырья, основных и вспомогательных материалов, всех видов энергии;
- нормы расхода оснастки, инструментов и приспособлений;
- нормы трудоемкости или нормы обслуживания оборудования;
- нормы оплаты труда на предприятиях по переработке пластмасс;
- нормы амортизационных отчислений;
- ведомость по оборудованию;
- объектные и локальные сметы;
- прейскуранты оптовых цен на пластические массы и синтетические смолы, готовую продукцию, материалы, топливо, энергию и т. д.

Расчет себестоимости отдельных видов продукции осуществляется методом калькулирования. Проектная калькуляция определяет себестоимость отдельного изделия на основе прогрессивных норм расхода материалов, топлива, энергии, затрат труда, использования оборудования и т. д. Калькуляционными единицами в производстве пластмассовых изделий являются тонны, погонные метры, 1000 шт., кв. метры.

Расчет проектной себестоимости выполняется по калькуляционным статьям, установленным в 1971 году отраслевой инструкцией Министерства химической промышленности [15].

Затраты на тепло, электроэнергию, сжатый воздух и воду определяются, исходя из норм их расходов и расчетной цены на единицу того или иного ресурса. Цена каждого ресурса рассчитывается с помощью сметы затрат, в которой учитываются затраты на получение ресурсов со стороны и внутрихозяйственные расходы. Цена энергоресурсов отражается в проектной калькуляции по цеховой себестоимости.

Расходы по статье калькуляции «Основная заработная плата» включают зарплату прессовщиков, литейщиков, аппаратчиков, формовщиков и рабочих, занятых на подготовке сырья, обработке изделий и их упаковке.

В практике проектирования предприятий по переработке пластмасс статьи «Основная заработная плата» и «Дополни-

тельная заработная плата» объединяют, а расчет затрат ведут, исходя из численности производственных рабочих и планируемой на перспективный период среднегодовой заработной платы в отрасли переработки пластмасс.

В проектной калькуляции отдельно определяются отчисления на социальное страхование, принимаемое в размере 8,4% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования включают затраты на содержание, амортизацию и текущий ремонт производственного и подъемно-транспортного оборудования, цехового транспорта, рабочих мест, а также износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов и приспособлений.

Амортизационные отчисления учитываются на основе норм, которые устанавливаются в процентах к первоначальной стоимости основных фондов. Нормы амортизационных отчислений, действующие в настоящее время (введены с 1 января 1975 года), составляют примерно 10—14%.

Расходы по эксплуатации оборудования включают затраты на смазочные, обтирочные материалы, эмульсию для охлаждения и прочих вспомогательных материалов, необходимых для ухода за оборудованием. Сюда же относят все виды основной и дополнительной зарплаты вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование (наладчиков, ремонтников и т. д.). В этой статье учитывают стоимость услуг вспомогательных цехов (кроме ремонтного и инструментального), связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования.

Учет затрат вспомогательных цехов ведется по смете затрат по экономическим элементам: сырье и материалы; вспомогательные материалы; топливо и энергия; основная и дополнительная зарплата работающих; отчисления на социальное страхование; охрана труда; амортизация зданий, сооружений и оборудования; прочие расходы.

С помощью сметы затрат учитываются все издержки любого из вспомогательных цехов по выполнению заданной ему программы. Исходя из общей суммы затрат и программы работ вспомогательного цеха, определяется стоимость единицы той или иной работы.

Затраты на текущий ремонт производственного оборудования, пресс-форм и транспортных средств рассчитывают на основе объема ремонтных работ и проектируемой стоимости единицы ремонтных работ.

Объем ремонтных работ исчисляется в ремонтных единицах и находит отражение в технологической части проекта. На основе составления сметы затрат по ремонтно-механическому цеху определяется стоимость ремонтной единицы каждого вида ремонта.

В статье калькуляции «Возмещение износа специнструментов, спецприспособлений и прочие специальные расходы» от-

ражаются расходы на возмещение стоимости изготовления и ремонта пресс-форм, экструзионных головок, штампов и т. д.

Проектируемая сумма возмещения износа пресс-формы на каждое изделие определяется по формуле:

$$И = \frac{C_n + K_p}{H\Gamma} \quad (XV.18)$$

где И — стоимость износа пресс-формы, приходящегося на 1000 шт. изделий; C_n — первоначальная стоимость пресс-формы; K_p — стоимость текущего ремонта пресс-формы; Н — норма стойкости (нормируемое число отливок за срок действия пресс-формы); Γ — число гнезд в пресс-форме.

Статья «Цеховые расходы» представляет собой комплексные затраты по обслуживанию и управлению цехом. Определение размера цеховых расходов осуществляется на основе составления сметы по типовой форме, принятой для предприятий по переработке пластмасс.

При разработке проекта специализированного предприятия по переработке пластмасс размер общезаводских расходов определяется на основе сметы по типовой форме, включающей:

- расходы на управление предприятием;
- общехозяйственные расходы; (содержание заводского не административного персонала; содержание, амортизация и текущий ремонт общезаводских зданий, сооружений и инвентаря);
- проведение испытаний, опытов, исследований, содержание общезаводских лабораторий, расходы по изобретательству;
- расходы по охране труда;
- подготовка кадров;
- прочие общехозяйственные расходы;
- налоги, сборы и прочие обязательные расходы и отчисления.

Для выявления эффективности использования производственных ресурсов в проекте производится сравнение себестоимости отдельных видов продукции по способам переработки пластмасс (прессование, литье под давлением, экструзия и т. д.) в разрезе калькуляционных статей.

Изменение объема выпускаемой продукции приводит к изменению условно-постоянных расходов. Относительная экономия условно-постоянных расходов определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_n = \frac{T\Pi_e}{100} \quad (XV.19)$$

где \mathcal{E}_n — экономия условно-постоянных расходов; Т — темп прироста продукции; Π_e — сумма условно-постоянных расходов.

Для установления уровня рентабельности всей выпускаемой продукции и отдельных ее видов выполняется специальный расчет.

Затраты на 1 руб. товарной продукции являются обобщающим показателем и определяются как отношение себестоимости товарной продукции к объему продукции в оптовых ценах предприятия.

Расчет снижения себестоимости продукции выполняется в следующей последовательности.

Определяются затраты на 1 руб. товарной продукции по аналогу и разработанному проекту. Расчет составляется в сопоставимых ценах и условиях оплаты труда.

В затраты на 1 руб. товарной продукции по разработанному проекту добавляется (исключается) величина экономии (перерасхода) затрат, связанная с изменением структуры производства по сравнению с аналогом. Влияние структурных сдвигов на затраты рассчитывается при одних и тех же оптовых ценах на товарную продукцию, а себестоимость товарного выпуска принимается по уровню затрат на 1 руб. товарной продукции аналога.

Расчет снижения затрат на 1 руб. товарной продукции выполняется по следующей формуле:

$$\Delta C = C_a - C_{пп}; \quad C_{пп} = C_p - \Delta C_{ц} - \Delta C_{сд} \quad (XV.20)$$

где ΔC — снижение затрат на 1 руб. товарной продукции, коп.; C_a — затраты на 1 руб. товарной продукции по аналогичному проекту; $C_{пп}$ — затраты на 1 руб. товарной продукции по разработанному проекту, приведенному в сопоставимые условия с аналогом; C_p — затраты на 1 руб. товарной продукции по разработанному проекту до приведения к сопоставимым условиям; $\Delta C_{ц}$ — изменение затрат на 1 руб. товарной продукции при пересчете себестоимости продукции по сопоставимым ценам и условиям оплаты труда; $\Delta C_{сд}$ — изменение затрат на 1 руб. продукции по разработанному проекту в связи со структурным сдвигом производства.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Определение проектных технико-экономических показателей и сравнение их с соответствующими показателями аналогичных проектов и с достижениями отечественной и зарубежной науки и техники имеет своей целью оценить экономический, технический и организационный уровень запроектированных производств. Кроме того, система показателей выполненного проекта должна дать обобщающую характеристику всей хозяйственной деятельности будущего предприятия.

Основные технико-экономические показатели проекта (в условных цифрах) приведены в табл. XV.3.

Уровень качества проекта находит отражение в технико-экономических показателях, которые характеризуют хозяйственные результаты будущего предприятия.

Совместное решение технических, организационных, экономических и социальных проблем направлено на повышение качества проекта. Правильность решений контролируется ростом производительности труда, снижением издержек производ-

Таблица XV.3. Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По разработанному проекту	По аналогичному проекту
1. Производственная мощность, т	13000	8000
в том числе производств:		
прессованных изделий	4000	4000
литьевых изделий	4000	4000
вакуум-формованных изделий	1800	—
выдувных изделий	1200	—
2. Товарная продукция (нормативная чистая продукция), млн. руб.	27,5	21,0
3. Себестоимость товарной продукции, млн. руб.	22,8	17,4
4. Численность промышленно-производственного персонала, чел.	3685	3800
в том числе:		
производственных рабочих	1515	1565
вспомогательных рабочих	1493	1548
ИТР	479	501
служащих	121	110
МОП	77	76
5. Основные фонды, млн. руб.	17,2	13,8
6. Общая сметная стоимость строительства, млн. руб.	25,5	19,6
а) капитальные вложения по объектам производственного назначения в том числе:	18,9	14,5
строительно-монтажные работы	7,9	0
оборудование	8,5	6,4
прочие затраты	2,5	2,1
б) капитальные вложения по объектам жилищно-гражданского назначения	6,6	5,1
7. Общая площадь зданий, тыс. м ²	68,8	55,2
8. Площадь территории завода, га	16	13
9. Потребляемая мощность токоприемников, кВт	11622	8940
10. Установленная мощность токоприемников	20302	15630
11. Годовой расход электроэнергии, тыс. кВт	62898	48385
12. Годовой расход воды на производственные нужды, тыс. м ³	3395	2612
13. Годовая выработка одного работающего, руб.	7462,7	5528
14. Затраты на 1 руб. товарной продукции, коп.	82,8	83,0
15. Съем продукции с 1 м ² площади, руб.	399,8	380
16. Удельные капитальные вложения, руб.		
на 1 т продукции	1454	1813
на 1000 руб. продукции	687	690
17. Фондоотдача, руб.	1,60	1,52
18. Прибыль, млн. руб.	4,73	3,60
19. Уровень рентабельности, в % к производственным фондам	26,8	25,4
20. Окупаемость капитальных вложений, лет	4	4

ства, ростом фондоотдачи, рентабельности и величиной абсолютного экономического эффекта капитальных вложений. По этим оценочным показателям проводится сравнение не только с аналогом, но и с показателями, достигнутыми и планируемыми в подотрасли, и с зарубежными данными. Кроме того, проводится сравнение удельных капитальных вложений с утвержденными на перспективный период нормами и нормативами.

На основании такого сопоставления делается окончательный вывод об экономической эффективности строительства и эксплуатации будущего предприятия (производства).

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник в 6-ти т./Под ред. Е. С. Ямпольского. М., Машиностроение, 1974. Т. 6, 414 с.
2. *Симинский В. С.* Экономика химической промышленности. М., Высшая школа, 1980. 368 с.
3. *Вихрев И. Д.* Повышение экономической эффективности промышленных предприятий на стадиях их проектирования. М., Стройиздат, 1969. 245 с.
4. Техничко-экономические показатели производства химических и традиционных материалов. М., НИИТЭХИМ, 1976. Ч. 1, 626.
5. *Коган А. М., Рахлин И. В.* Экономика производства изделий из пластмасс. М., Химия, 1974. 295 с.
6. *Гурьянов С. Х., Костин Л. А.* Труд и заработная плата на предприятиях. М., Экономика, 1973. 448 с.
7. *Ковалкин И. П.* Справочник по учету труда и заработной платы. М., Финансы, 1971. 192 с.
8. *Семин С. Г.* Труд и заработная плата на химическом предприятии. М., Химия, 1978. 327 с.
9. Методика определения нормативов удельных капвложений. М., Экономика, 1969. 24 с.
10. *Осипова Е. Н.* Эффективность основных фондов и капитальных вложений в химической промышленности. Л., Химия, 1978. 219 с.
11. *Макаренко М. В.* Анализ эффективности вспомогательного производства. М., Финансы, 1977. 128 с.
12. Планирование и учет издержек производства в химической промышленности/Под ред. М. Г. Ширина, В. Г. Андреева. М., Химия, 1977. 260 с.
13. Калькуляция себестоимости в промышленности/Под ред. А. Ш. Маргулиса, М., Финансы, 1975. 295 с.
14. Отраслевая инструкция по планированию, учету производства и калькулированию себестоимости продукции на предприятиях химической промышленности. Утверждена приказом МХП № 842 от 31.12.71 г. М., 1972. 282 с.

Борис Александрович Оленев
Ефим Михайлович Мордкович
Василий Федорович Калошин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС

Редактор *Л. И. Галицкая*
Художник *А. С. Александров*
Художественный редактор *Н. В. Носов*
Технический редактор *О. В. Тюрина*
Корректор *Т. С. Васина*

ИБ № 1042

Сдано в набор 20.04.82. Подписано в печать 28.06.82. Т 11799. Формат бумаги 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 16. Усл. кр.-отт. 16. Уч.-изд. л. 17,09. Тираж 4200 экз. Заказ № 255. Цена 1 р. 10 к. Изд. № 1913.

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия». 107076, Москва, Стромьнка, 13.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 113105, Нагатинская ул., д. 1.

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ!

В 1983 ГОДУ ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ ИЗ ПЕЧАТИ КНИГА,
заказы на которую оформляются
только через издательство «Химия»:

ПЕРЛИН С. М., МАКАРОВ В. Г.

Химическое сопротивление стеклопластиков.

—М., Химия, 1983. —15 л., 1 р.

В книге изложены современные представления и приведены фактические данные о химическом сопротивлении и проницаемости армированных пластмасс при воздействии жидких сред. Обобщены данные по критериям оценки указанных свойств и методам их исследования. Освещено влияние жидких сред на механические свойства армированных пластмасс. Описаны методы прогнозирования работоспособности в жидких средах при различных видах нагружения.

Книга предназначена инженерно-техническим и научным работникам исследовательских и проектных институтов, конструкторских бюро химической и нефтехимической промышленности, а также химического машиностроения. Полезна преподавателям и студентам вузов соответствующих специальностей.

Книготорговые организации сбором заказов на эту книгу и ее распространением заниматься не будут. Специалисты, заинтересованные в приобретении данного издания, направляют свои заказы в издательство по адресу: 107076, Москва, ул. Стромынка, д. 13, корп 2, отдел распространения издательства «Химия». В письме необходимо указать точный почтовый адрес заказчика.

Гарантийные письма от предприятий, организаций и библиотек должны быть подписаны руководителем и главным бухгалтером.

Книга будет высылаться наложенным платежом по выходе ее из печати.

Заказы принимаются до 31 марта 1983 года.