

УДК 677. 11. 051. 16 / . 052 (075)

д.т.н., проф. Коган А.Г., лаб. Калиновская И.Н.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

РЕКОМЕНДОВАНО
редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ»

_____ В.В. Пятов
« _____ » _____ 2010 г.

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор УО «ВГТУ»

_____ С.И. Малашенков
« _____ » _____ 2010 г.

Энерго- и ресурсосбережение на текстильных пред- приятиях

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию
для студентов специальности 1-50 01 01
«Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»

Витебск
2010

Содержание

Введение	4
1 Содержание раздела «Ресурсо- и энергосбережение на текстильных предприятиях»	6
2 Энергосбережение	6
2.1 Вторичные энергоресурсы технологических установок текстильной промышленности	6
3 Ресурсосбережение	7
3.1 Классификация отходов	8
3.2 Получение нетканых текстильных материалов из отходов производства	12
3.3 Сбор и транспортирование отходов производства	13
3.4 Предварительная очистка прядомых отходов	21
4 Примеры оформления раздела «Энерго- и ресурсосбережение на текстильных предприятиях»	26
Литература	31

Введение

Активное возрождение легкой промышленности ведет к значительному росту потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Одновременно просматривается тенденция возникновения дефицита энергоресурсов. В связи с этим возникает острая необходимость рационального использования энергоресурсов в промышленности.

Потенциал возможного энергосбережения может достигать до 20 – 25 % годового потребления ТЭР. Реальная его величина зависит от типов предприятий и характера их режимов работы. Общей закономерностью является тот факт, что чем ниже объем производства, тем выше этот потенциал. Поэтому одним из первостепенных условий общего снижения объемов энергопотребления в промышленности является повышение эффективности использования ТЭР. Реальное осуществление этого должно основываться не столько на технических решениях, сколько на рационально построенной организационной и экономической политике на самих предприятиях.

Одной из основных причин низкого уровня эффективности использования ТЭР является все еще существующее мнение о незначительности доли энергетических затрат в себестоимости продукции и представление о доступности и дешевизне энергоресурсов. В то же время снижение конкурентоспособности отечественной продукции связано как с постоянным удорожанием энергоносителей, так и в устаревшем подходе к управлению процессом использования ТЭР в промышленности. В конечном итоге это влечет за собой вынужденное снижение объемов производства (за счет потери конкурентоспособности) и дополнительный рост энергоемкости продукции (в связи с падением загрузки и так неэффективно загруженных производственных мощностей).

На эффективности использования ТЭР отрицательно сказывается отсутствие стратегических планов реструктуризации производств, а также недостаточность (зачастую полное отсутствие) как комплексной системы нормативного обеспечения эффективного использования ТЭР, так и стратегии режимов работы предприятия в текущих условиях. При этом энергослужбы предприятий не располагают достаточным количеством высококвалифицированного персонала. Велики потери ТЭР из-за аварийных простоев технологического и энергетического оборудования. Крайне низко использование собственных вторичных энергоресурсов. Все это предопределяется главным — отсутствием на большинстве предприятий системного энергетического мониторинга за использованием ТЭР.

Многие мероприятия по энергосбережению могут быть осуществлены с весьма незначительными затратами. Это, в частности:

- создание новой системы отчетности по энергопотреблению;
- обеспечение специалистов предприятий информацией и материалами о новейших методах и средствах повышения эффективности использования ТЭР;
- разработка и реализация программ и стандартов предприятия по управлению энергопотреблением и энергосбережению;

- введение системного энергетического мониторинга на базе существующей оргтехники.

Для реализации данного перечня мероприятий значительных средств не требуется, а срок их окупаемости не превышает 0,5 – 1 года.

Следует отметить, что целенаправленное энергосбережение ТЭР в промышленности может достигаться различными путями:

- на основе коренной модернизации технологических процессов и структуры предприятия;
- путем поэтапной реконструкции систем энергоснабжения предприятия.

В рамках энергосберегающей политики в промышленности представляется необходимым прежде всего решение следующих задач:

- осуществление системного анализа эффективности энергопотребления (оценка уровня потерь энергоносителей и выявление основных причин их возникновения) для определения возможного потенциала энергосбережения по видам энергоносителей и оценки инвестиций в энергосберегающие мероприятия;
- разработка концепции энергосбережения с выполнением технико-экономической оценки эффективности применения конкретных энергосберегающих мероприятий и с учетом перспектив развития или реструктуризации предприятия;
- введение обязательного энергетического обследования промышленного сектора для объективности оценки состояния энергопотребления и разработки целенаправленной энергосберегающей политики;
- создание единого нормативно-правового обеспечения энергосберегающей политики на всех уровнях;
- совершенствование общего и методического подхода к энергосбережению и проведению энергоаудита промышленных объектов;
- обеспечение системы подготовки специалистов по управлению энергообеспечением и энергоаудиту на промышленных и муниципальных объектах;
- создание открытого информационного банка данных по проблемам энергосбережения.

Своевременное решение этих задач позволит достичь снижения потребления энергетических ресурсов в промышленности.

1 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»

В пояснительной записке курсовой (дипломной) работы по разделу «Ресурсо- и энергосбережение на текстильных предприятиях» должны быть отражены следующие вопросы:

- по виду и количеству отходов, образующихся на проектируемом предприятии, определить направление их использования (раздел) и обосновать свой выбор;
- исходя из вида отходов и направления их использования, разработать план по очистке отходов и выбрать технологическое оборудование;
- для выбранного оборудования составить технические характеристики;
- исходя из технических характеристик выбранного оборудования, рассчитать количество оборудования, необходимого для переработки отходов;
- составить технологическую цепочку по переработке очищенных отходов в изделие и выбрать технологическое оборудование;
- для выбранного оборудования составить технические характеристики;
- исходя из технических характеристик выбранного оборудования, рассчитать количество оборудования.

В графическую часть курсовой (дипломной) работы внести план цеха по переработке отходов и получению изделий с расстановкой технологического оборудования.

2 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

2.1 ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вторичными энергетическими ресурсами (ВЭР) называют энергетический потенциал, образующийся в технологических агрегатах при тепловой обработке продукции, который невозможно использовать в данных агрегатах, но который полностью или частично может быть использован как источник энергоснабжения других потребителей.

Тепловые вторичные энергоресурсы (ВЭР) в тепловых балансах энергопотребления предприятий текстильной и легкой промышленности имеют важное значение и составляют от 20 до 40 % от потребляемой энергии. Поэтому более полное их использование позволяет решить задачи снижения удельных расходов энергии на единицу продукции и снижения расходов топлива, снижения себестоимости продукции, расширения производства без дополнительных энергозатрат.

Вторичные энергоресурсы подразделяют на:

- горючие,
- тепловые,
- ВЭР избыточного давления.

В текстильной и легкой промышленности имеют место тепловые ВЭР. Тепловые ВЭР – это тепловые отходы от теплотехнической обработки продукции, охлаждения технологических агрегатов, систем обратного технологического водоснабжения и т.д.

Под показателями качества ВЭР имеют в виду всю совокупность свойств, определяющих технико-экономическую целесообразность использования данного вида ВЭР. К показателям качества ВЭР относятся: уровень температуры, достижимая интенсивность теплообмена, плотность, вязкость, химическая активность, рабочее давление, чистота теплоносителя.

К основным видам ВЭР текстильной и легкой промышленности следует отнести теплоту конденсата «глухого» пара, теплоту паровоздушной смеси и теплоту сбросных растворов. При оценке качества конденсата «глухого» пара как вида ВЭР прежде всего, несмотря на то, что конденсат возвращается в котельную или ТЭЦ, его следует относить к ВЭР, так как температура и энтальпия конденсата, возвращаемого в котлоагрегаты, всегда ниже, чем на выходе из теплоиспользующей установки. К высокоэффективным показателям качества ВЭР конденсата «глухого» пара относятся сравнительно высокий уровень температуры ($12 < H150^{\circ}\text{C}$), высокий коэффициент теплообмена (4000-й 0000 Вт/м²град), высокая плотность, низкая вязкость, чистота, низкая химическая активность, что позволяет использовать теплообменную аппаратуру и трубопроводы из дешевых конструкционных сталей. Совокупность всех этих показателей дает возможность утилизировать теплоту конденсата, используя простые теплообменники с малой поверхностью теплообмена (компактные) при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах. Охлаждение конденсата производят до температуры не ниже 80^oС, после чего возвращают на ТЭЦ или в котельную.

К основным недостаткам, препятствующим утилизировать теплоту сбросных растворов, относятся высокая степень загрязнения и высокая химическая агрессивность горячих растворов, что требует фильтрации и выполнения теплообменной аппаратуры из коррозиестойких материалов. Следовательно, утилизация теплоты сбросных растворов возможна только при значительных капитальных и эксплуатационных затратах.

Основными источниками ВЭР являются не только сушильные установки, но и машины для влажно-тепловой обработки материалов, причем чем выше содержание пара в воздухе, тем выше качество ВЭР.

3 РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

К основным факторам ресурсосбережения на прядильной фабрике относятся:

1). технические:

- применение технологий, обеспечивающих минимальные потери сырья;
- применение оборудования, требующего минимального расхода материала;
- улучшение качества применяемых материалов;
- улучшение транспортировки и хранения материалов;
- совершенствование технологических режимов переработки сырья;
- использование отходов в собственном производстве или для нужд иных производств.

2). организационные:

- совершенствование учета получения и использования материалов;
- сокращение производственного цикла;
- совершенствование организационного производства труда;
- организация вторичного использования материальных ресурсов;
- организация и внедрение организационно-технических мероприятий по экономике РБ.

3). социально-экономические:

- применение системы материального стимулирования за экономию ресурсов;
- применение системы ответственности за перерасход ресурсов;
- улучшение условий труда работников;
- применение экономически-математических методов нормирования материальных ресурсов;
- разработка и осуществление социально-экономических мероприятий по экономии материальных ресурсов.

Доля сырья в оборотных средствах на текстильных предприятиях составляет от 50 до 70 %, а в себестоимости продукции — около 80 %. Поэтому вопрос максимального использования сырья очень важен.

Основным видом сырья в текстильной промышленности является хлопковое волокно. Общий баланс текстильного сырья в нашей стране составляет более 60 %. Если массу перерабатываемого хлопкового волокна принять за 100 %, то масса полученной пряжи средней линейной плотности составит 70 — 85 %. Остальные 15 — 30 % сырья, содержащиеся в большом количестве сорные примеси, пороки волокна и малоценное короткое волокно выделяются в процессе приготовления пряжи в отходы прядения (обраты и отходы). Именно использование обратов и отходов в собственном производстве — основное направление ресурсосбережения на прядильной фабрике.

3.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

Отходы представляют собой ценное сырье; лучшую его часть — обраты — используют без предварительной очистки в своей сортировке, а менее цен-

ную — прядомые отходы – после соответствующей обработки подмешивают в более низкие сортировки.

Пути использования отходов производства представлены на рисунке 1. Получаемые в процессе прядения отходы представляют собой огромный резерв сырья. Правильный выбор и использование их обеспечивают дополнительный выпуск тканей, ваты и продукции. Для сохранения максимальной производственной ценности отходов необходимо правильно организовать участок по очистке отходов. Участок по переработке отходов современной хлопчатобумажной фабрики — это высокоорганизованный механизированный и автоматизированный цех, в задачи которого входит сбор, транспортировка и прием отходов по сортам, централизованный учет их, переработка и прессование в кипы, маркировка, хранение и отправка готовых кип.

Отходы должны приниматься в разобранном виде в соответствии с существующим стандартом, который предусматривает разделение их по месту возникновения при переработке сырья на определенном виде оборудования. На прядильных фабриках организации работы цехов по переработке отходов должно быть уделено большое внимание. Количество отходов и обротов, перерабатываемых на частоте по переработке отходов, достигает 30 % от всего перерабатываемого хлопка. Все отходы и обротовы принимают в соответствии с имеющимися стандартами, не допускается перемешивание и обесценивание отходов.

В цехах по переработке отходов подготавливают для возврата в сортировку такие обротовы, как рвань ленты, ровницы и колечки с прядильных машин. Подготовка заключается в том, что обротовы очищают от примесей, масляных концов, ленту предварительно расщипывают, а из колечек или мычки удаляют крутые концы пряжи. На фабриках, где по условиям работы разрешается переработка в других сортировках отходов отдельных видов, должна быть организована их регенерация (восстановление) и подготовка. Как правило, отходы от своей сортировки перерабатывают в пряжу таких толщин, где они не ухудшают ее, а улучшают. По этому принципу даны типовые сортировки хлопка.

По составленному балансу отходов рассчитывают оборудование и лабазы для их хранения. Для прядильных фабрик можно выбирать одинаковое количество машин, но в зависимости от мощности фабрики и количества перерабатываемых отходов они могут работать с разной сменностью.

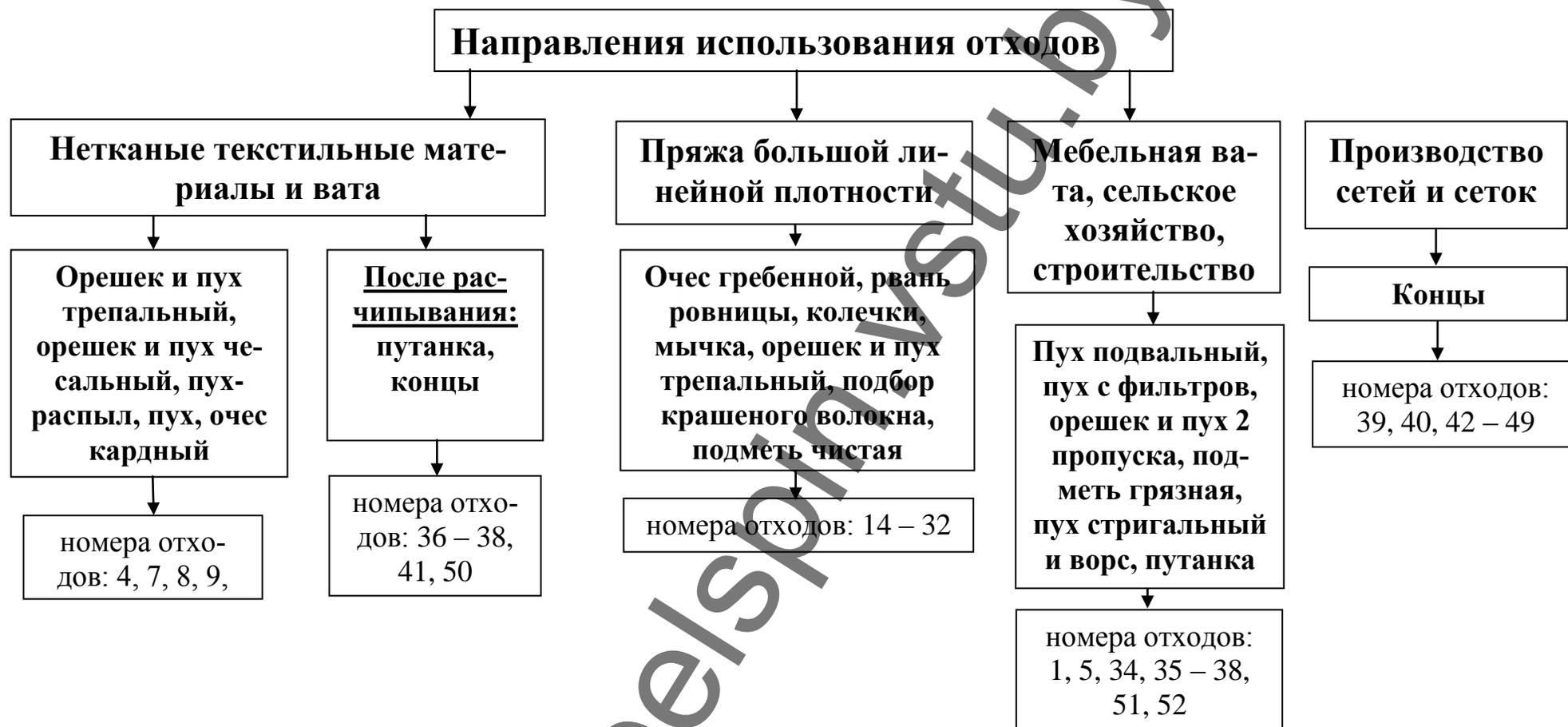


Рисунок 1 – Направления использования отходов

На прядильных фабриках для отдела по переработке отходов рекомендуется следующее оборудование и его количество (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Оборудование отдела

Машина	Количество
Машина ЧУ	1
Нитеотделительная машина НФ-1	1
Вертикальный разрыхлитель с выпускной решеткой ВРМ-1	1
Двухбарабанная щипальная машина для ровницы Щ-2-1	1
Пресс для отходов	2

Таблица 2 – Оборудование участка

Агрегат УОА-2	1
Секционная щипальная машина для разрыхления ровницы СЩ-850	1
Смеситель непрерывный укороченный СН-3У	6-12
Пресс АРО-1	2
Мешконабивная машина МНШ-48М1	1

На прядильных фабриках, вырабатывающих пряжу на машинах пневмомеханического прядения, из состава оборудования участка следует исключить секционную щипальную машину СЩ-850.

Виды используемых отходов представлены в табл. 3.

Таблица 3 – Отходы

Отходы	Номер отходов
Пух подвальный, трубный и с фильтров	1, 1а
Орешек и пух трепальный	2, 3, 4, 4а
Орешек и пух трепальный второго пропуса	5
Подбор крашеного хлопка	6
Орешек и пух с чесальных машин	7, 8, 8а
Пух-очес фабрик	9
Очес кардный	10, 10а, 11, 11а, 12, 12а, 13
Очес гребенной	14, 14,а, 15, 15а, 16, 16а
Пух с чистителей	17
Рвань тонкой ровницы линейной плотности 333,3 текс и менее	18, 18а, 19, 19а, 20, 20а, 21, 21а
Колечки	22, 22а, 23, 23а, 24, 24а, 25, 25а
Мычка из камер пневмопрядильных машин	26, 26а, 27, 27а
Мычка с прядильных и прядильно-крутильных машин	28, 28а, 29, 29а, 30, 30а, 31, 31а, 32, 32а
Подметь чистая	33, 33а
Подметь загрязненная	34, 34а
Подметь грязная	35, 35а

3.2 ПОЛУЧЕНИЕ НЕТКАНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Способы получения нетканых текстильных материалов представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Способы производства нетканых текстильных настенных материалов

В качестве сырья для производства ватина, применяемого в качестве утеплителя при производстве верхней одежды, обуви и мебели, используются:

- восстановленная шерсть;
- химические волокна;
- отходы аппаратного прядения шерсти.

Процесс смешивания волокон осуществляется на поточной линии (рисунок 3).

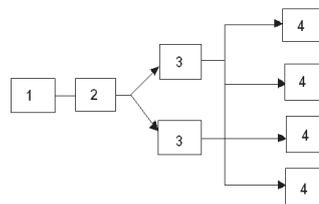


Рисунок 3 – Схема поточной линии производства нетканых материалов типа ватин:

1 – шипально-замасливающая машина ЩЗ-140-Ш; 2 – быстроходный конденсер КБ-3; 3 – механизированный расходный лабаз ЛРМ-40Ш; 4 – агрегат чесально-вязальный АЧВ-180Ш

Волокна из кип подают на шипально-замасливающую машину ЩЗ-140Ш, которая осуществляет их разрыхление и частичное смешивание. С

помощью быстроходного конденсера КБ-3 волокно поступает в механизированные расходные лабазы ЛРМ-40Ш, где идет смешивание волокон и заготавливается необходимый объем смеси. В поточной линии установлено два лабаз. Один лабаз работает на загрузку, а второй – на подачу смеси к чесально-вязальным агрегатам АЧВ-180Ш.

На чесально-вязальном агрегате происходит дозированная подача волокон с помощью автоматического питателя-самовеса ПС-1, кардочесание волокон на чесальной машине Ч11-Ш или Ч21-Ш, формирование холста из разьединенных волокон с помощью преобразователя прочеса ППШ-180 и упрочнения холста прошивными нитями на вязально-прошивной машине ВП-180 или Арахне.

3.3 СБОР И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

При проектировании фабрик рекомендуется применять пневматику для транспортировки отходов, пыли из бункеров фильтров, очистки машин и уборки помещений. Поэтому на участке по переработке отходов должно быть помещение, где можно было бы разместить необходимое оборудование, сосредоточить упаковку и отгрузку отходов. Площадь (m^2) такого помещения ориентировочно может быть определена по формуле

$$F = K \left(200 + \frac{n}{250} \right),$$

где n — количество прядильных веретен; K — коэффициент, зависящий от линейной плотности вырабатываемой пряжи.

При выработке пряжи большой линейной плотности $K = 1,8$, малой — $K = 1,2$.

На рис. 4 показана схема такой станции для прядильной фабрики на 50 тыс. веретен (схема разработана П. П. Зотовым).

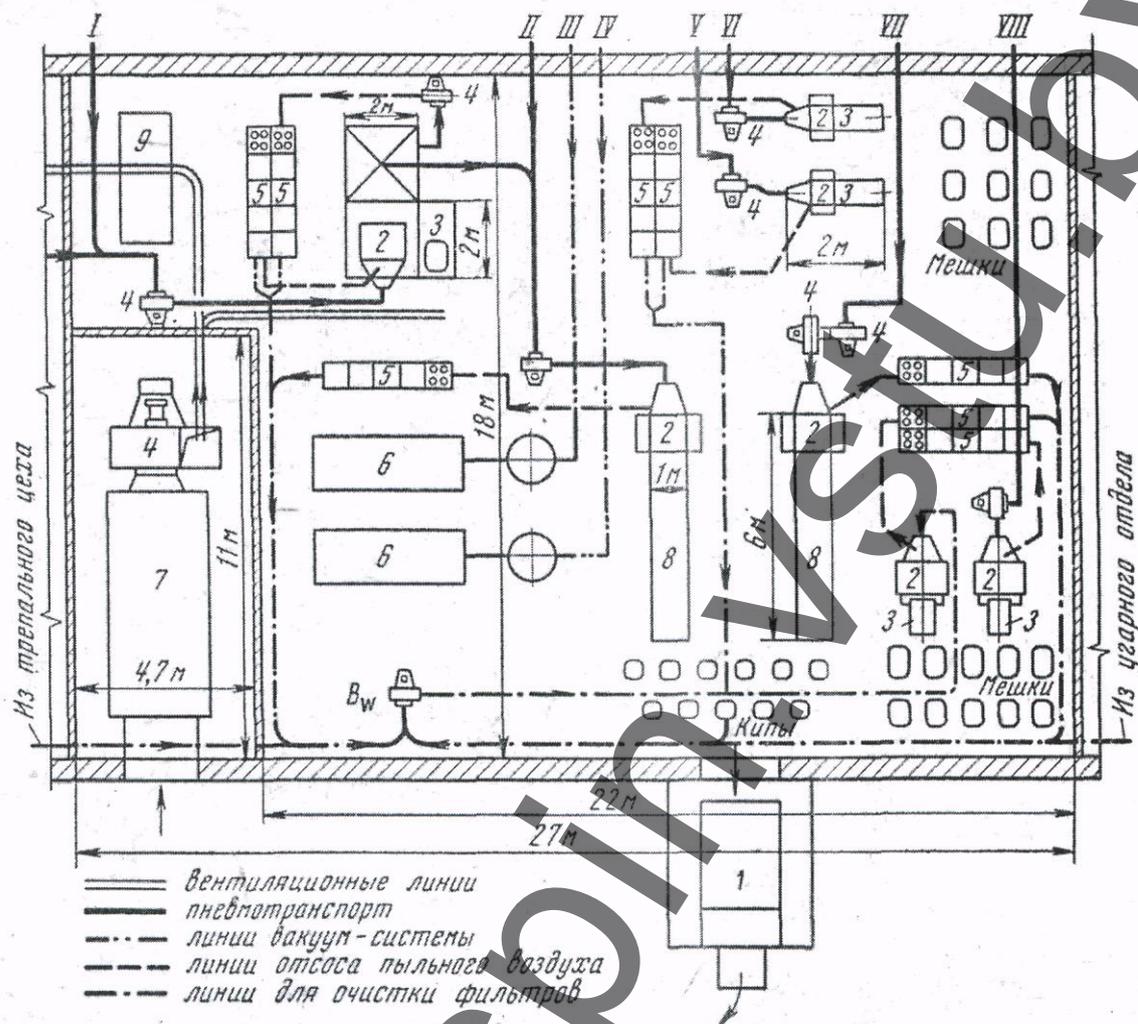


Рисунок 4 – Схема станции упаковки и разгрузки отходов

Механизация уборки осуществляется пневматическими средствами, в основном системой среднего давления (сопротивление, преодолеваемое осевым вентилятором, до 300 кг/м^2) или вакуум-системой (с разрежением более 2000 кг/м^2). Можно использовать следующие способы забора отходов в пневмосистему:

- уборку отходов, получаемых при очесывании чесальных машин, с помощью вакуум-системы;

- уборку отходов из-под чесальных машин с помощью установленных под машинами транспортеров, которые выносят отходы к автоматически открывающемуся клапану системы среднего давления, далее отходы направляются в механизированные лабазы;

- уборку отходов с разрыхлительно-трепальных машин путем отсоса, далее отходы направляются в лабазы;

- уборку отходов, полученных при подметании пола, пневмосовком, присоединенным к штуцеру вакуум-системы, с помощью этого же устройства можно обметать стены, потолки и машины; уборку рвани холстов, ленты и ровницы (отходов, собираемых вручную) в лари на колоннах; че-

рез определенное время эти отходы направляются в механизированные лабазы;

- уборку отсасываемых вентиляторами трепальных машин отходов с помощью агрегатов ФТ-П (при этом обеспечивается небольшое и равномерное сопротивление воздуха для вентиляторов трепальных машин);

- групповую уборку мычки с помощью устанавливаемой на 8—12 прядильных машин местной пневмосистемы типа ФТ-П из расчета $3,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на веретено; агрегат засасывает мычку от группы машин и подает ее через конденсор в волокноотвод, проходящий под полом цеха, а очищенный воздух после агрегата ФТ-П подается по рециркуляционному каналу в вентиляционные камеры цеха (около 30 % от общего количества воздуха).

Таким образом, вся уборка отходов может осуществляться двумя системами:

- 1) вакуум-системой — уборка очесов с чесальных машин и подмети (в этом случае отходы засасываются вентилятором, минуя механизированные лабазы);

- 2) системой среднего давления с применением фильтров типа ФТ-П производительностью $7,5—10,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ или типа ВКФ (вентилятор, конденсор, фильтр) производительностью $4500 \text{ м}^3/\text{ч}$ — уборка всех остальных отходов (в этом случае отходы попадают сначала в механизированные лабазы).

В системе среднего давления с разрежением перед конденсором не более $100 \text{ кг}/\text{м}^2$ применяется агрегат КФ, который отличается от агрегата ВКФ тем, что не имеет первого вентилятора. При работе с вакуум-системой через насос должны пропускать чистый воздух. Поэтому тканевый фильтр, устанавливаемый перед турбоэксгаустером, не должен иметь нагрузку более $300 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Отходы, накопленные в достаточном количестве в механизированных лабазах, поступают для дальнейшей переработки по одной из указанных на рисунке систем. Так, орешек подается по I системе в очиститель. Здесь орешек очищается и после очистки подается пневматикой на горизонтальный автоматический пресс. Вакуум-системы III и IV предназначены для пневмоочесывания чесальных машин и уборки подмети. Отходы, не подвергающиеся дополнительной очистке (очесы гребенные, обраты, мычка и т. д.), из механизированных лабазов поступают или в горизонтальный пресс, или в мешконабиватели. Так, по линиям II и VII отходы подаются на прессы, а по линиям V, VI и VIII — на мешконабиватели. Вентилятор B_w предназначен для удаления пыли из всех фильтров, имеющих на фабрике (30 точек на вентилятор). По линиям III и IV подаются очесы с главного и съемного барабанов к турбоэксгаустерам. Количество систем того или иного типа определяется размерами фабрик и толщиной вырабатываемой пряжи. Центральную пылевую станцию размещают вдоль стены трепального цеха. Это дает возможность установить против каждой трепальной машины агрегат ФТ-П, что выравнивает сопротивление венти-

ляторов трепальных машин и улучшает тем самым технологический процесс изготовления холстов.

На участке по переработке отходов обраты (рвань холстов, ленты и ровницы, мычка и колечки с прядильных машин) подготавливают к возврату в сортировку. Подготовка состоит в том, что обраты очищают от примесей, масляных концов, ленту предварительно расщипывают, а из колечек или мычки удаляют крупные концы пряжи. Обычно отходы от своей сортировки перерабатывают в пряжу такой линейной плотности, где они не ухудшают ее, а улучшают. На некоторых фабриках по условиям работы разрешается переработка отходов в других сортировках.

Количество потребного оборудования участка по переработке отходов рассчитывают исходя из составленного баланса выхода отходов по переходам прядильного производства при определении выхода пряжи из смеси. Машины участка по переработке отходов в зависимости от мощности и количества перерабатываемых отходов могут работать с разной сменностью.

Далее приведена краткая характеристика машин участка по переработке отходов.

Агрегат УОА-2. Предназначен для очистки пуха, орешка и очеса. Кроме того, агрегат может быть использован для очистки хлопка низких сортов.

Агрегат УОА-2 состоит из питателя П-1 при ручной загрузке, наклонного очистителя ОН-6-2, чистителя ЧУ-2 и двух конденсеров КБ-3 (табл. 4).

Таблица 4 – Техническая характеристика УОА-2

Параметр	Значение
Габаритные размеры, мм:	
рабочая ширина	1060
общая ширина	1740
длина	9525
высота	3200
Установленная мощность, кВт	4,2
Производительность машины (в зависимости от вида перерабатываемого сырья), кг/ч	150 – 500
Производительность машины (в зависимости от вида перерабатываемого сырья), кг/ч	150 – 500
Снижение первоначальной засоренности и содержания пороков, %:	
орешек с трепальных машин	51,3
отходы с чесальных машин	35,4
Количество удаленного из отходов сора, %:	
орешек с трепальных машин	78,4
отходы с чесальных машин	79
Частота вращения, мин ⁻¹ :	
нижнего барабана наклонного очистителя ОН-6-2	610 – 360
барабана чистителя ЧУ-2	700 – 1000

Из-за выделения большого количества пыли и для предотвращения пожара при попадании металлических предметов в отходы агрегат устанавливается в отдельном помещении. От машины и из помещения запыленный воздух отсасывается вентилятором обеспыливающего фильтра. В помещении, где установлен агрегат УОА-2, должно быть две двери.

Щипальная машина СЩ-850. Предназначена для обработки ровницы с машин Р-260-5 и Р-192-5. Щипальные машины изготавливают с различным числом секций. Для разработки ровницы большой линейной плотности применяют односекционную щипальную машину СЩ-850 и для ровницы средней и малой линейной плотности двухсекционную СЩ-850 (табл.5).

Таблица 5 – Техническая характеристика машины СЩ-850

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	80 – 100
Частота вращения капкового барабана, мин ⁻¹	1085
Общая установленная мощность одной секции, кВт	6,5
Габаритные размеры, мм:	
ширина	1225
длина в односекционном исполнении	2875
длина в двухсекционном исполнении	4013

Мешконаливная машина МНЩ-48М1 (табл. 6). Предназначена для набивки в мешки разрыхленного хлопка, отходов и других волокнистых материалов.

Таблица 6 – Техническая характеристика машины МНЩ-48М1

Параметр	Значение
Частота вращения шнека, мин ⁻¹	17
Электродвигатель	
- тип	АО-51-6
- мощность	2,8
- частота вращения, мин-1	950
Масса, кг	670

Пресс для отходов АРО-1 (табл. 7). Предназначен для прессования отходов и придания им удобной для транспортировки формы упаковки.

Таблица 7 – Техническая характеристика АРО-1

Параметр	Значение
Время формирования кипы, мин	10
Размеры кипы, мм	1050*650*880
Масса кипы, кг	120 – 140
Усилие прессования, Н	40*10 ⁴
Установленная мощность, кВт	20,3
Габаритные размеры, мм:	
длина	5860
ширина	2900
высота	5700
Масса прессы, кг	6200

Пневмосистема для удаления отходов также может состоять из пневмопроводов, тяговых вентиляторов ЦТКБ-28 № 6, электромагнитных клапанов и пульта управления КЭП-12.

Электромагнитные клапаны представляют собой два спаренных кольца, установленных с зазором, в который входит флажок-заслонка, приводимая в движение электромагнитом МИС-5000-200. Управление системой производится с пульта, где находится механизм включения электромагнитов. Пульт управления, тяговые вентиляторы, смесители-накопители и фильтры имеют единую электроблокировку.

Из основных цехов хлопкопрядильного производства отходы по пневмопроводу поступают на участок по переработке отходов (в смесители-накопители непрерывного действия СН-1У), где, проходя через конденсеры и фильтрующую сетку, очищаются от пыли и посторонних примесей. При накоплении в механизированных лабазах достаточного количества отходов включается разгрузочный механизм, и отходы направляются по пневмопроводам в пресс АРО-1 для формирования кип массой 140 кг. Спрессованные и упакованные отходы поступают на склад для реализации или в сортировочно-трепальный цех для производственного использования.

Автоматическая система накопления, уплотнения, хранения и выдачи отходов для дальнейшей переработки работает следующим образом (рис. 5).

От чесальных (трепальных) машин отходы удаляются с помощью автоматической пневмосистемы уборки отходов I, в которую входят автоматические пневмокраны 1, вентилятор 2, конденсеры 4 (или центробежные фильтры) и трубопроводы. Из пневмосистемы отходы через конденсер 4 поступают в приемную воронку 5 цилиндрической камеры лабаза 6. В лабазе отходы уплотняются с помощью горизонтального шнека, имеющего переменный шаг, и хранятся определенное время (например, в ночную смену). Камера накопления оборудована отсекающим устройством, открываемым при выгрузке горизонтального шнека, и электромеханическим датчиком плотности. При достижении в камере определенной плотности (массы) отходов датчик переключает пневмосистему уборки отходов на другой лабаз и включает систему разгрузки отходов из загруженного лабаза. Лабазы работают одновременно: один принимает отходы, другой в это время выгружается. Переключение пневмосистемы уборки отходов то на один, то на другой лабаз производится с помощью автоматического тройника 3 с пневматическим приводом.

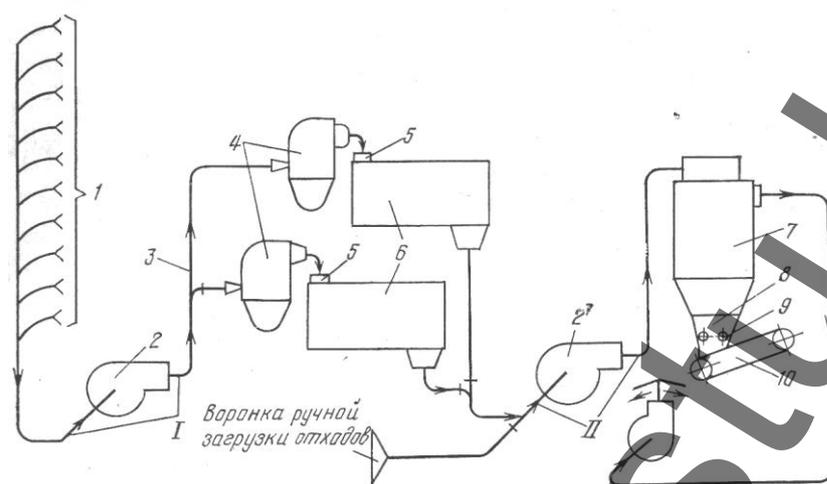


Рисунок 5 – Схема автоматической системы накопления, уплотнения, хранения и выдачи отходов для переработки

Выгрузка отходов из лабаза осуществляется винтом-толкателем, обеспечивающим поступательное перемещение двух колковых валиков и пневмосистемы выгрузки отходов II.

Пневмосистема выгрузки отходов включает в себя вентилятор 2', центробежный фильтр 7 (или конденсер) и трубопроводы. Отходы из камеры накопления поступают в камеру разрежения и с помощью двух колковых валиков подаются в выходную воронку, а из нее — в пневмосистему выгрузки отходов, по которой они поступают на машину (возможен вариант подачи отходов на пресс). Над решеткой машины установлен переходный бункер 8 с питающими рифлеными валиками 9. Цикл их работы согласован с циклом работы питающей решетки 10.

Весь процесс — уборка отходов от чесальных (трепальных) машин, загрузка их в лабаз и выгрузка, транспортирование по пневмосистемам, подача на пресс — автоматизирован. Количество лабазов в одной автоматической системе определяется объемом перерабатываемых отходов.

В качестве автоматизированного лабаза можно использовать смеситель непрерывного действия СН-3У, предназначенный для удаления отходов из производственных цехов, их сбора и передачи для последующей обработки и формирования кип (табл. 8).

Таблица 8 – Отходы, перерабатываемые на смесителе СН-3У

Отходы	Номер стандарта	Производительность, кг/ч	Скорость решетки, м/мин		Разводка между игольчатой и разравнивающей решетками, мм
			игольчатой	питающей	
Орешек	2	1100 – 1300	27	4,5	5
Очес	10	500 – 800	39	3,5	10
Обраты	-	600 – 850	22	3,5	5

Для контроля наполнения смесителя волокном установлены два фотореле — в передней и задней части машины. В случае перекрытия волокном хотя бы одного из фотореле питание машины прекращается.

Для приведения в движение органов смесителя установлено 4 электродвигателя: для конденсера (5,5 кВт), игольчатой решетки (1,1 кВт), питающего транспортера (0,6 кВт) и разравнивающего барабана (0,6 кВт).

Смеситель СН-3У (рис. 6) состоит из остова 1, привода 6, игольчатой решетки 4, питающего конвейера 7, разравнивающей решетки 3, съемного барабана 5, чистительного барабана 2 и конденсера КБ-3 8. Производительность смесителя (кг/ч): накопление (загрузка) до 800, выгрузка 230—260. Наибольшая вместимость рабочей камеры, обеспечивающая стабильную работу смесителя СН-3У (кг): 100 для жестких отходов (орешек), 30—40 для мягких (пух, очес), 50—60 для оборотов.

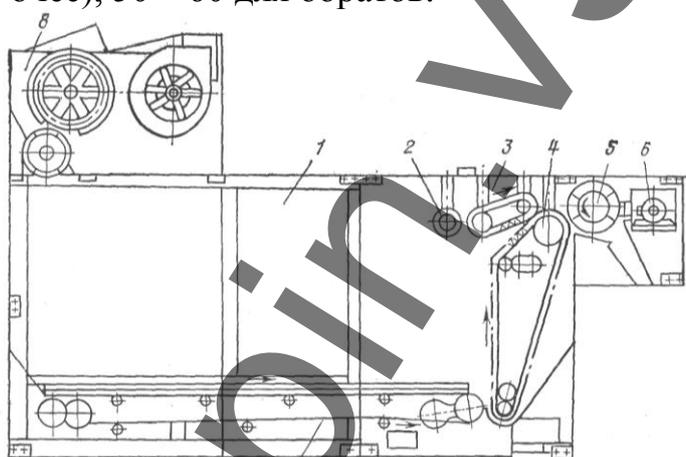


Рисунок 6 – Технологическая схема смесителя непрерывного действия СН-3У

Техническая характеристика смесителя СН-3У приведены в табл. 9.

Таблица 9 – Техническая характеристика СН-3У

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	800
Рабочая ширина смесителя, мм	1520
Диаметр разравнивающего барабана, мм	406
Диаметр, мм:	
съемного барабана игольчатой решетки	375
съемного барабана конденсера	375
сетчатого барабана конденсера	540
Габаритные размеры, мм:	
длина	4450
ширина	2100
высота	3140
Масса смесителя, кг	3160
Частота вращения, мин-1:	
сетчатого барабана конденсера	92
съемного барабана игольчатой решетки	29

Наибольшая масса загружаемого в рабочую камеру материала, обеспечивающая стабильную работу питателя СН-ЗУ, составляет для жестких отходов (орешек) 100, мягких (очес) 30—40, оборотов 50—66 кг. Смеситель не изменяет структуру волокнистой массы.

3.4 ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА ПРЯДОМЫХ ОТХОДОВ

При разработке процесса подготовки засоренных прядомых отходов (орешка, очесов) к последующему использованию в смесях основное внимание должно быть обращено на обеспечение высокой степени очистки и обеспыливания отходов при максимально возможном сохранении прядельных качеств волокна.

Оснащение предприятий разнотипным оборудованием не позволяет рекомендовать единый вариант компоновки машин для очистки засоренного хлопкового волокна и отходов. При выборе технологических цепочек необходимо учитывать очищающую способность машин, устанавливаемых в разрыхлительно-трепальных агрегатах.

На большинстве предприятий для очистки отходов применяется агрегат УО-1 («пыльный волчок») с эффектом очистки 20—30 %. Волокно в отходах, пропущенных через этот агрегат, сильно зажгучивается, что уменьшает его прядельную способность.

Кроме агрегата УО-1, на предприятиях используется машина марки ЧУ, которая состоит из двух колковых и пильчатого барабанов. Эффект очистки машины при переработке орешка трепального составляет 45—50 %, а при переработке орешка чесального 20—25 %.

В настоящее время выпускается агрегат УОА-2, на котором вместо двух колковых барабанов установлен наклонный очиститель ОН-6-2 (табл. 10).

Таблица 10 – Техническая характеристика агрегата УОА-2

Параметр	Значение
Производительность, кг/ч	500
Рабочая ширина, мм	1060
Установленная мощность, кВт	13,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	9525
ширина	1740
высота	3200
Масса, кг	7250

Агрегат УОА-2 состоит из питателя П-5, наклонного очистителя ОН-6-2 с конденсером КБ-3 и очистителя ЧУ-2 (рис. 7).

Отходы загружаются в питатель П-5. Игольчатая решетка питателя подхватывает отходы и подводит их к разравнивающей решетке, которая сбрасывает лишний слой отходов обратно на питающую решетку. Оставшаяся масса отходов, пройдя сбивной барабан, через хлопкопровод пода-

ется к конденсеру КБ-3. Затем отходы попадают в питающий бункер наклонного очистителя ОН-6-2, где выводящими цилиндрами волокнистая масса подводится под колковые барабаны, а выделившиеся при этом сорные примеси выпадают через колосниковую решетку. Колковый барабан очистителя сбрасывает отходы в приемный бункер чистителя ЧУ-2, откуда волокнистая масса выводящими цилиндрами подается под питающий цилиндр, регулирующий толщину слоя отходов на питающем столике. После питающего цилиндра отходы поступают на пильчатый барабан, где они интенсивно разрабатываются, а затем направляются к отбойному ножу, который отделяет сорные примеси от волокнистой массы. Под пильчатым барабаном расположены чистительный и рабочий валки. В этой зоне происходит дополнительное расчесывание волокна, и разрыхленная волокнистая масса поступает в диффузор, соединяющий зону трения и очистки с сетчатым барабаном конденсера КБ-3. С сетчатого барабана конденсера волокно сбрасывается в выпускной бункер. Из бункера волокно двумя выпускными цилиндрами подается к плющильным цилиндрам, где оно несколько уплотняется, а затем выводится в бункер тележки.

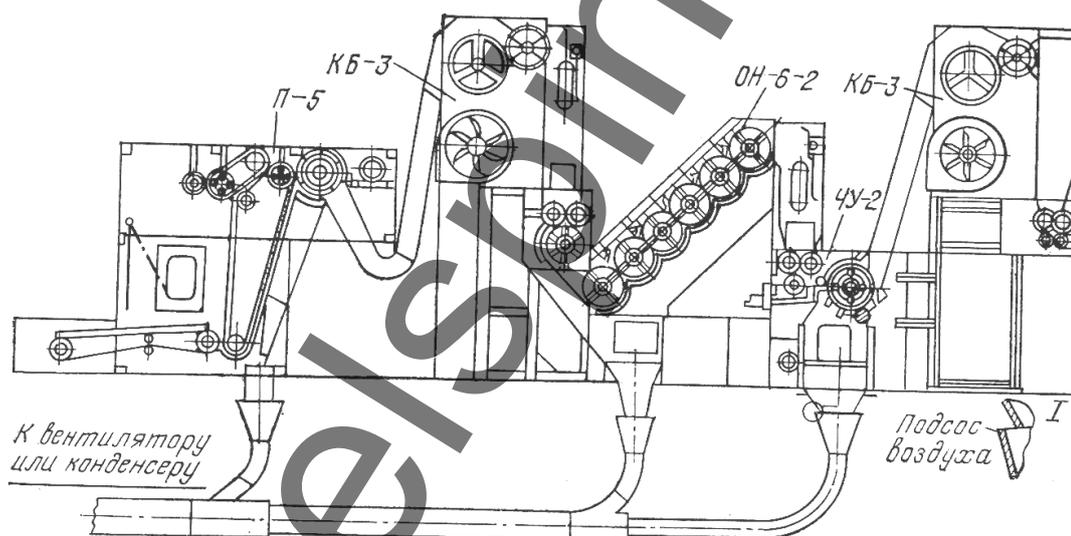


Рисунок 7 – Технологическая схема агрегата УОА-2

Управление работой агрегата осуществляется с помощью станции управления МСК-6.

Эффект очистки агрегата УОА-2 при переработке орешка трепального составляет 50—60 %. При переработке орешка с чесальных машин эффект очистки агрегата, как и машины ЧУ, значительно ниже, а при переработке кардного очеса находится в пределах 30—35 %.

На хлопкопрядильных фабриках для очистки отходов применяется агрегат, состоящий из питателя-смесителя ПС-1, наклонного шестибарабанного очистителя ОН-6-2 с конденсером КБ-3 и разрыхлителя-очистителя РЧК-2. Данные о массовой доле пороков и сорных примесей в отходах до и после очистки приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Доля пороков и сорных примесей в отходах до и после очистки

Вид отхода	Массовая доля пороков и сорных примесей, %	В том числе					Эффект очистки
		незрелое и давленное семя	сор	кожица с волоконном	жгутики	узелки	
Орешек и пух трепальный № 2							
- до очистки	52,74	18,07	33,42	0,79	0,16	0,12	-
- после очистки	7,14	1,68	3,52	1,52	-	0,41	86,4
Орешек и пух трепальный № 3							
- до очистки	52,09	39,4	11,2	1,4	-	0,09	-
- после очистки	16,15	13,44	1,6	1,0	-	0,11	69
Орешек и пух трепальный № 4							
- до очистки	52,4	18,88	28,96	5,96	-	0,4	-
- после очистки	16,0	8,46	6,0	1,31	-	0,14	70,4
Орешек и пух чесальный № 7							
- до очистки	38,54	14,82	18,81	3,91	0,73	0,27	-
- после очистки	12,34	2,84	4,59	4,41	0,24	0,24	68
Орешек и пух чесальный № 8							
- до очистки	37,47	14,92	19,26	10,48	0,44	0,31	-
- после очистки	11,19	3,84	5,26	1,82	-	0,27	70,1

Анализ таблицы показывает, что эффект очистки рассматриваемого агрегата достаточно высок и в среднем составляет 70 %.

Для очистки орешка и пуха трепального № 2 и 3, а также очеса шляпочного № 11 и 12 согласно рекомендациям ЦНИХБИ используется агрегат в следующем составе: два питателя-смесителя П-1, наклонный очиститель ОН-6-3 и трепальная машина Т-16. Эффект очистки агрегата при переработке орешка и пуха трепального № 3 достигает 70—75 %, шляпочного очеса № 12 45—50 %.

На некоторых предприятиях агрегаты по очистке отходов включают пильчатый очиститель.

Пильчатый очиститель (рис. 8) изготавливается на базе узла приемного барабана чесальной машины (ЧММ-450-4 или ЧММ-450-4М). Он представляет собой усиленный узел приемного барабана с питающим устройством бесхолстовой чесальной машины.

Работает пильчатый очиститель следующим образом.

После последней разрыхлительно-очистительной машины, входящей в состав агрегата, отходы из бункера 1 выводятся валиками 2 на питающий столик 3 и питающим цилиндром 4 подаются к первому, пильчатому барабану 6. Барабан расчесывает бородку и передает волокна к сороотбойному ножу 5. Под ударно-расчесывающим действием гарнитуры пильчатого барабана и сороотбойного ножа сорные примеси выпадают в камеру. Остав-

шиеся в гарнитуре пильчатого барабана волокна или их комплексы переходят на второй пильчатый барабан 8. При этом происходит дальнейшее разделение комплексов волокон на более мелкие и выделение сорных примесей на сороотбойной установке 7 под вторым пильчатым барабаном. Очищенная волокнистая масса под действием потока воздуха, возбуждаемого вентилятором конденсера, поступает в выпускной пневмопровод 9 и далее к последующей машине агрегата.

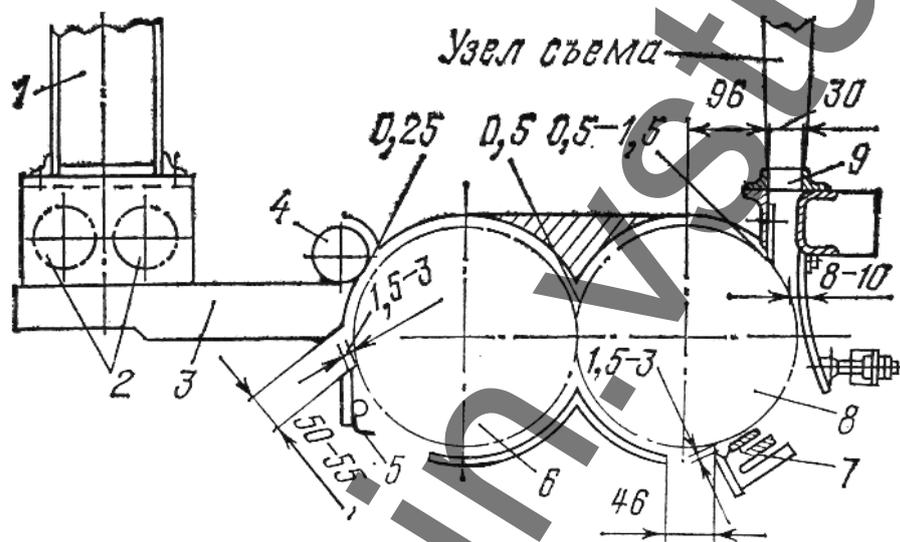


Рисунок 8 – Технологическая схема пильчатого очистителя

Для очистки орешка и пуха трепального рекомендуется разрыхлительно-очистительный агрегат (рис. 9), состоящий из питателя П-1, наклонного очистителя ОН-6-3 и двух-четырех машин по очистке отходов, оснащенных бункерными питателями. Включение нескольких машин в один агрегат обеспечивает достаточно высокую производительность последнего (100—200 кг/ч). Эффект очистки отходов на агрегате достигает 80—85 %. Массовая доля сорных примесей в орешке и пухе трепальном № 4 после очистки на агрегате снижается с 35 до 7 %, но при этом штапельная массодлина волокна в очищенном отходе уменьшается на 1—1,5 мм. Производительность бункерного питателя выбирается с учетом количества отходов, вкладываемых в основные сортировки. Необходимо отметить, что выпускные валики бункерного питателя с помощью простой кинематической схемы связаны с питающей решеткой питателя и работают в одном режиме. При этом бункерные питатели обеспечивают точность дозирования $\pm 1,5$ % выбранной производительности.

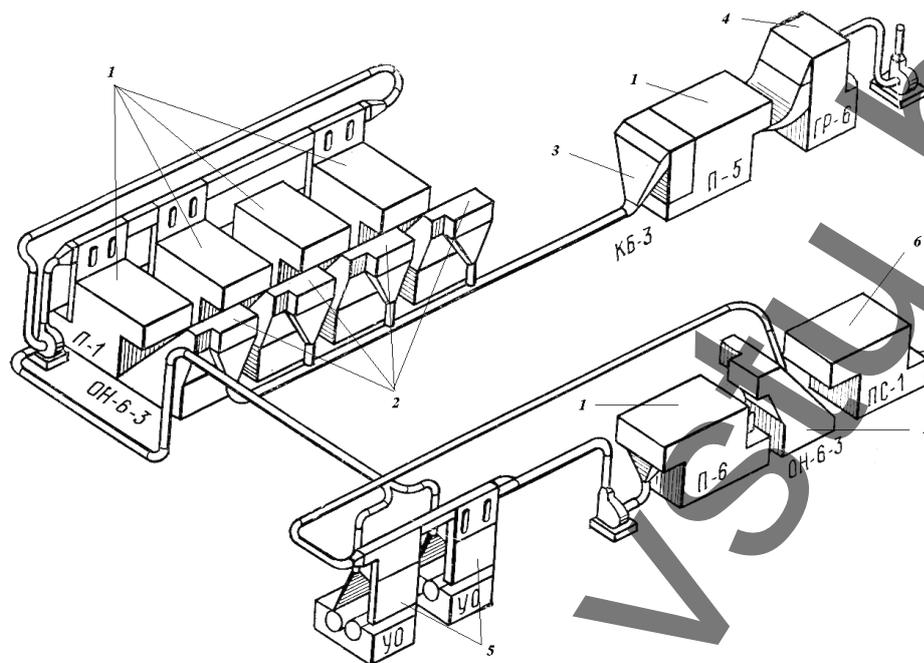


Рисунок 9 – Разрыхлительно-очистительный агрегат для переработки отходов:

- 1 – питатель; 2 – наклонный очиститель; 3 – быстроходный конденсер; 4 – горизонтальный рыхлитель; 5 – агрегат по очистке отходов; 6 – питатель-смеситель

Таблица 12 – Основные заправочные параметры разрыхлительно-очистительного агрегата

Параметр	Значение
Скорость решеток питателя П-1, м/мин питающей игольчатой	11,2 15,3
Частота вращения, мин ⁻¹ колковых барабанов очистителя ОН-6-3 первого барабана машины по очистке отходов второго барабана машины по очистке отходов	800 1700 – 2160 1400 – 1700
Разводки, мм между игольчатой и разравнивающей решетками питателя между колками и колосниками очистителя ОН-6-3 между колосниками очистителя ОН-6-3 в положении закрыто	8 20 – 25 5
на машине по очистке отходов между барабанами и столиком между I и II барабанами между барабанами и сороотбойным ножом	0,3 0,2 2
Скорость воздуха, м/с перед первым бункером после последнего бункера	11,5 4,5

4 ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ»

1. Получение клееного нетканого текстильного материала

На проектируемой фабрике образуются отходы хлопчатобумажные № 14 – № 16. Данное сырье может быть использовано при производстве клееного нетканого полотна для фильтрации углеводородных топлив ТУ 17-14-07 – 76 (технологические параметры производства представлены в таблице 13) на агрегате АНК-100-М (таблица 14).

Таблица 13 – Технологические параметры производства клееного нетканого полотна для фильтрации углеводородных топлив

Готовое полотно		Волокнистое сырье, %	Содержание связующего в готовом полотне, %	Состав связующего, г/л
Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м ²			
93 – 99	180±20	Отходы хлопчатобумажные – 100%	40 – 45	Латекс СКН-40-1ГП 270; метазин – 27; хлористый аммоний – 1; аммиачная вода – 1; пеногаситель – 0,1

Таблица 14 – Техническая характеристика агрегата АНК-100-М

Параметр	Значение параметра
Рабочая ширина, м	1
Фактическая скорость выпуска материала, м/мин	3
Скорость транспортера, м/мин	0,48 – 10,7
Температура в конвективной сушилке, °С	До 120
Установленная мощность, кВт	46
Габаритные размеры агрегата, мм	
- длина	21860
- ширина	4037
- высота	3340
Масса, кг	27365

Определим производительность агрегата.

Теоретическая производительность агрегата (кг/ч) непосредственно зависит от скорости выпуска нетканого полотна, его поверхностной плотности и определяется по следующей формуле:

$$P_t = \frac{V_{\text{вып}} \cdot 60 \cdot \Pi_{\text{пов}}}{10^3};$$

где $V_{\text{вып}}$ – скорость выпуска нетканого полотна (м/мин):

$V_{\text{вып}} = \pi dn$ (из справочной литературы – диаметр выпускного вала 0,28 м, частота вращения – 3,4 мин⁻¹);

$\Pi_{\text{пов}}$ – поверхностная плотность, г/м³ (их технологических параметров производства материала – 180 г/м³).

Получаем: $P_t = 32,4$ кг/ч.

По теоретической производительности агрегата определяем норму производительности, то есть производительность с учетом технологических перерывов и перерывов по техническим причинам (чистка, смазка и мелкий ремонт с остановом) ($K_{ПВ} = 0,8$):

$$P_H = P_T \cdot K_{ПВ}.$$

С учетом плановых простоев на капитальный и средний ремонт вычисляют плановую или расчетную производительность. Для этой цели определяют коэффициент работающего оборудования ($K_{РО} = 0,9$), учитывающий плановые простои. Затем находят коэффициент использования машин – КИМ:

$$КИМ = K_{ПВ} \cdot K_{РО}.$$

Плановая производительность ($P_{пл}$, кг/ч);

$$P_{пл} = P_T \cdot КИМ .$$

По плановой производительности определяют необходимое количество оборудования. Расчет коэффициентов КВП и КРО осуществляется по литературе.

Получаем $P_{пл} = 23,3$ кг/м.

Определим необходимое количество агрегатов.

Для этого вначале определяют расход волокнистого сырья и приклея на 100 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов.

На 1000 кв. м нетканого материала расход волокна с приклеем составит q_p 180кг. При этом расход приклея (P) составляет 40 % от расхода материалов (из таблицы):

$$q_p = \Pi_{\text{нов}} \cdot P / 100 = 180 \cdot 0,04 = 72 \text{ кг}$$

Таким образом, расход волокнистого сырья (q_0) на 1000 кв. м нетканого материала составит:

$$q_0 = 180 - 72 = 108 \text{ кг}.$$

Определим расход волокнистого сырья на 1000 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов:

$$q = q_0 \cdot / (1 - 0,01 \cdot y),$$

где y – отходы, получаемые при переработке волокнистого сырья в нетканые материалы.

Отходы, получаемые при переработке волокнистого сырья в нетканые материалы представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Отходы, получаемые при переработке волокнистого сырья

Вид отходов	Выход
Орешек и трепальный пух	5,1
Орешек и чесальный пух	3,7
Чистая подметь	0,3
Всего	9,1

Получаем расход волокнистого сырья на 1000 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов:

$$q = \frac{108}{1 - 0,01 \cdot 9,1} = 118,7 \text{ кг.}$$

После определения расхода волокнистого сырья на 1000 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов рассчитывают необходимое количество машин. Для этих целей используют формулу

$$M = \frac{q}{P_{пл}},$$

где M – потребное количество машин.

Получаем

$$M = \frac{118,7}{23,3} = 5,09 \text{ машин, принимаем 5 машин.}$$

2. Получение нетканого материала

Наиболее эффективно отходы, образованные при получении пряжи, использовать для производства нетканых материалов. Сначала необходимо подготовить отходы на разрыхлительно-очистительном агрегате (рис. 10).

Далее подготовленное, очищенное волокно перерабатывается в нетканые полотна на тафтиновых машинах. Технологическая схема изготовления тафтинговых материалов включает: изготовление суровых полотен, нанесение связующего на изнаночную сторону полотен, печатание ворсовой поверхности.

Определим производительность тафтинговой машины.

Теоретическая производительность тафтинговой машины, $m^2 / ч$:

$$P_T = 60n\ell B / 1000,$$

где n – частота прокалывания иглами каркасного материала, (550 мин^{-1});

ℓ – длина стежка, мм;

B – заправочная ширина тафтинговой машины (6 м).

Скорость подачи ворсовых нитей, м/мин:

$$V_H = (2h + \ell) \cdot n / 1000,$$

где h – высота формируемого ворса (10 мм).

Длина стежка на тафтинговой машине, мм:

$$\ell = V_2 \cdot 1000 / n,$$

где V_2 – скорость движения каркасного материала (1,7 м/мин).

Подставив данные, получаем:

$$\ell = 1,7 \cdot 1000 / 550 = 3,1 \text{ мм};$$

$$V_H = (2 \cdot 10 + 3,1) \cdot 550 / 1000 = 12,7 \text{ м/мин};$$

$$P_T = 60 \cdot 550 \cdot 3,1 \cdot 6 / 1000 = 613,8 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

Или

$$P_T = 60 \cdot V_2 \cdot P / 1000,$$

где P – поверхностная плотность материала (200 г/м^3), тогда

$$P_T = 60 \cdot 1,7 \cdot 200 / 1000 = 20,4 \text{ кг/ч}.$$

Определим плановую или расчетную производительность ($KPO = 0,95$, $KПВ = 0,9$):

$$KIM = KПВ \cdot KPO = 0,95 \cdot 0,9 = 0,86.$$

Плановая производительность, ($P_{пл}$, кг/ч):

$$P_{пл} = P_T \cdot KIM = 20,4 \cdot 0,86 = 17,4.$$

Определим необходимое количество машин.

Для этого вначале определяют расход волокнистого сырья и приклея на 100 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов.

На 1000 кв. м нетканого материала расход волокна с приклеем составит q_p 200кг. При этом расход приклея (P) составляет 40 % от расхода материалов:

$$q_p = \Pi_{\text{нов}} \cdot P / 100 = 200 \cdot 0,04 = 80 \text{ кг}$$

Таким образом, расход волокнистого сырья (q_0) на 1000 кв. м нетканого материала составит:

$$q_0 = 180 - 80 = 100 \text{ кг}$$

Определим расход волокнистого сырья на 1000 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов:

$$q = q_0 \cdot / (1 - 0,01 \cdot y),$$

где y – отходы, получаемые при переработке волокнистого сырья в нетканые материалы (10 %).

$$q = \frac{100}{1 - 0,01 \cdot 10} = 111,1 \text{ кг.}$$

После определения расхода волокнистого сырья на 1000 кв.м. нетканых материалов с учетом отходов рассчитывают необходимое количество машин. Для этих целей используют формулу

$$M = \frac{q}{P_{\text{пл}}},$$

где M – потребное количество машин.

Получаем

$$M = \frac{111,1}{17,4} = 6,4 \text{ машины, принимаем } 7 \text{ машин.}$$

Литература

1. Озеров, Б. В. Проектирование производства нетканых материалов : учеб. пособие для студ. ВУЗОВ / Б. В. Озеров, В. Е. Гусев ; под ред. В. Е. Гусева. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 400 с.: ил.
2. Нетканые текстильные полотна : справочное пособие / Е. Н. Бершев [и др.] ; под общ. ред. Е. Н. Бершева. – Москва : Легпромбытиздат, 1987. – 400 с.: ил.
3. Отраслевые нормы расхода сырья на хлопчатобумажные нетканые полотна механического способа производства. – Взамен норм, утв. Минлегпромом СССР 29.08.75 и 25.10.76 ; введ. 01.07.81. – Москва : ЦНИИТЭИ-Легпром, 1981. – 10 с.
4. Гусев, В. Е. Сырье для шерстяных и нетканых изделий и первичная обработка шерсти : учеб. пособие для текст. вузов / В. Е. Гусев. – Москва : Легкая индустрия, 1977. – 408 с.: ил.
5. Власов П. В. Проектирование ткацких фабрик / П. В. Власов. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1983.
6. Миловидов, Н. И. Проектирование хлопкопрядильных фабрик / Н. И. Миловидов. – Москва : Легпромиздат, 1981.
7. Справочник по хлопкопрядению / В. П. Широков [и др.] ; под ред. В. П. Широкова, Б. М. Владимировой, Д. А. Поляковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Легкая и пищевая пром-сть, 1985. – 472 с.
8. Отраслевой каталог. Прядильное оборудование для хлопчатобумажной промышленности. – Москва : ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1984.
9. Полякова, Д. А. Отходы хлопчатобумажной промышленности / Д. А. Полякова [и др.]. – Москва : Легпромбытиздат, 1990.
10. Терюшнов, А. В. Основы проектирования хлопкопрядильных фабрик / А. В. Терюшнов. – Москва : Легкая индустрия, 1970.