

Раздел I ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСКЛАДСКИХ РАБОТ

Глава 1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОСКЛАДСКИХ РАБОТ

1.1. ТИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ

Склады бывают перевалочно-разделочные и перевалочные.

Назначением перевалочно-разделочных складов является приемка деревьев, хлыстов или сортиментов, их первичная обработка и частичная переработка, хранение и отгрузка готовой продукции для дальнейшего транспортирования к потребителям или непосредственная передача в соответствующие цеха деревообрабатывающих предприятий.

На перевалочных складах никаких работ по первичной обработке и частичной переработке поступающих хлыстов или сортиментов не производят, а осуществляют только их перевалку с одного вида транспорта на другой.

Лесные склады разделяют на следующие типы (рис. 1.1):

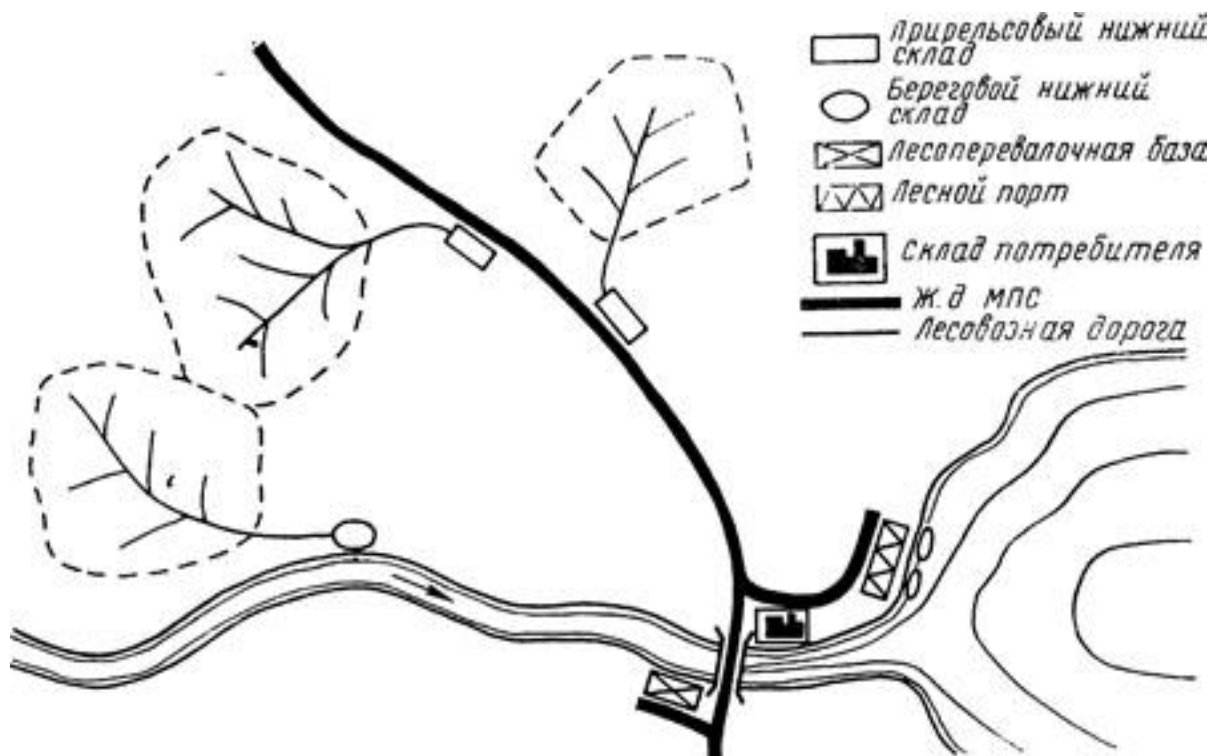


Рис. 1.1. Схема территориального размещения лесных складов различных типов

1) Нижние склады лесозаготовительных предприятий. Заготовленный лес доставляют с лесосек по лесовозным дорогам. В большинстве случаев нижние склады являются перевалочно-разделочными; получаемую на них готовую продукцию отгружают на подвижной состав железных дорог АО РЖД (прирельсовые склады) или сдают в сплав (береговые склады). Иногда нижние склады служат только как перевалочные; в этом случае поступающие на них хлысты

или сортименты без всякой обработки перегружают на железнодорожный подвижной состав или сдают в сплав.

2) Лесоперевалочные базы. Хлысты или сортименты доставляют сплавом и на перевалочно-разделочных базах подвергают первичной обработке и частичной переработке. Готовую продукцию отгружают по железной дороге АО РЖД. При поступлении на лесоперевалочную базу сортиментов производят только их перегрузку на железную дорогу.

3) Лесные порты. Круглые сортименты и пиломатериалы доставляют по железным дорогам АО РЖД или водным путям и перегружают главным образом на морские суда, при этом круглые сортименты иногда частично подвергают первичной обработке.

4) Лесные склады потребителей. Хлысты или сортименты доставляют по железным дорогам МПС, автотранспортом или сплавом, подвергают первичной обработке и передают непосредственно в производство. Иногда лесные склады потребителей являются одновременно и нижними складами лесозаготовительных предприятий.

Нижние склады лесозаготовительных предприятий характеризуются постоянством рабочих мест, концентрацией производства, единой устойчивой энергетической базой. В современном лесозаготовительном предприятии 55—60 % общего количества производственных трудозатрат приходится на нижние склады. Срок действия нижних складов на одном месте исчисляется десятками лет, а в непрерывно действующих предприятиях не ограничен. Через склад в течение года проходит от 100 до 300, а иногда до 500—600 тыс. м³ заготовленного леса. Такой большой объем обрабатываемой лесопроductии и длительный срок действия позволяют возводить на нижних складах капитальные сооружения, применять высокопроизводительное специализированное оборудование. Таким образом создают благоприятные условия для комплексной механизации и частичной автоматизации производственных процессов. Еще более благоприятны условия на лесоперевалочных базах, грузооборот и срок действия которых больше, чем у нижних складов. Наряду с этим необходимо иметь в виду, что автоматизация производственных процессов на лесных складах связана с некоторыми трудностями, вытекающими из условий работы, характера сырья и вида получаемой из него продукции. На лесных складах автоматические и полуавтоматические установки должны работать на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях, в условиях повышенной влажности и резко изменяющихся температур, поэтому здесь средства автоматизации, применяемые в машиностроении, деревообработке и других производствах, часто оказываются мало пригодными. Трудности вызываются и тем, что сырье и готовая продукция чрезвычайно разнообразны по размерам, форме и качеству. Так, объем хлыстов, поступающих на одну и ту же раскряжевочную установку, может колебаться от 0,1 до 3 м³. Получающиеся при раскряжевке хлыстов сортименты не представляют собой однообразной продукции. Продукция не получается даже отдельными партиями одного и того же сортимента, а зависит от размеров и качества хлыста

Все операции, выполняемые на лесных складах, можно разделить на переместительные (выгрузка, сортировка, штабелевка, внутрискладской транс-

порт, погрузка и др.) и операции по первичной обработке и частичной переработке заготовленного леса (очистка от сучьев, поперечная и продольная распиловка, окорка, раскалывание, измельчение в щепу и др.).

На лесных складах применяют автоматизированные (автоматические и полуавтоматические), а также механизированные установки. Автоматические установки действуют без непосредственного вмешательства человека, а только под его наблюдением. Они работают по одной заданной программе либо сами выбирают (в соответствии с размерами сырья) одну из заложенных в них программ. Полуавтоматическими установками управляет оператор, который, оценивая размеры и качество каждой единицы сырья, задает программу последовательности выполнения отдельных элементов операций, а установка автоматически выполняет эту программу. В механизированных установках выполнение каждого элемента операции осуществляется отдельно непосредственным воздействием оператора на рычаги, рукоятки, педали и т. п. Иногда это воздействие осуществляется с пульта управления; установки такого типа не являются автоматизированными, их условно называют установками с дистанционным управлением.

1.2. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛЕСНОГО СКЛАДА

Нижний склад представляет собой производственное подразделение лесозаготовительного предприятия, расположенное в пункте примыкания лесовозной дороги к путям общего пользования и производящее приемку и первичную обработку заготовленного леса (очистку деревьев от сучьев, раскряжевку хлыстов, разделку долготья, окорку сортиментов, раскалывание коротья и удаление гнили), сортировку круглых лесоматериалов, а также их временное хранение и отгрузку потребителям или подготовку к сплаву. На нижних складах производят переработку некоторых сортиментов (выработку шпал, пиломатериалов, технологической щепы и др.).

В ряде случаев не все перечисленные работы выполняют на нижних складах. Например, при вывозке хлыстов на нижнем складе не производят очистку деревьев от сучьев; при примыкании к сплавной реке на нижнем складе обычно отсутствует выработка шпал и пиломатериалов. Однако основные работы — выгрузку, раскряжевку хлыстов, сортировку, штабелевку, погрузку производят почти на всех нижних складах. Таким образом, современный нижний склад является не только местом хранения заготовленного леса, но и перерабатывающим комплексом лесозаготовительного предприятия.

Объем и перечень работ, выполняемых на лесных складах, зависят от назначения и типа склада, способов доставки и отгрузки лесоматериалов, наличия вблизи специализированных деревообрабатывающих предприятий и других факторов. Взаимная связь отдельных операций на лесном складе характеризуется структурной схемой технологического процесса. Приведенная на рис. 1.2 схема является типичной для прирельсового нижнего склада, расположенного вдали от специализированных деревообрабатывающих предприятий и поэтому перерабатывающего значительную часть поступающего леса.

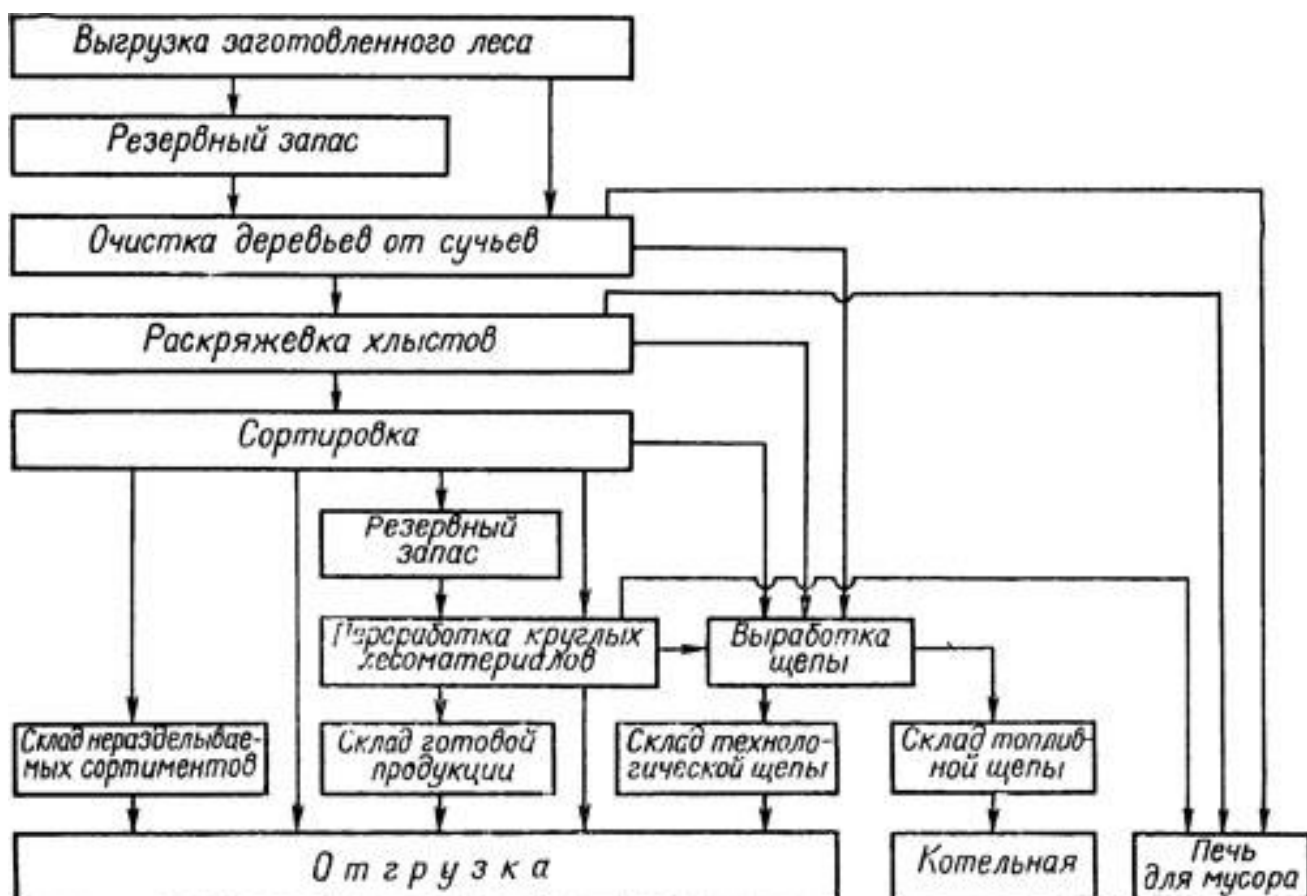


Рис. 1.2. Структурная схема технологического процесса прирельсового нижнего склада

При расположении нижнего склада в зоне действия специализированных деревообрабатывающих предприятий объем работ по переработке заготовленного леса на нижнем складе значительно сокращается (иногда даже отгружают с нижнего склада хлысты), однако общая схема технологического процесса остается такой же.

Структурная схема технологического процесса лесоперевалочной базы аналогична схеме на рис. 1.2, но вместо выгрузки заготовленного леса с подвижного состава лесовозной дороги здесь хлысты или сортименты выгружают из воды, нет обрезки сучьев, а в большинстве случаев и раскряжевки хлыстов.

Все работы на лесном складе осуществляют в отдельных взаимосвязанных цехах, участках и поточных линиях, состоящих из различных машин и установок, выполняющих в определенной последовательности ряд основных и вспомогательных операций. В каждую линию входит несколько технологических установок, связанных между собой транспортными устройствами. Объект обработки (дерево, хлыст, сортимент) проходит через все установки, причем каждая из них выполняет соответствующую операцию на данном объекте, только после того как операция, выполняемая предшествующей установкой, уже полностью закончена. Таким образом, от одной технологической установки, входящей в поточную линию, к другой объект обработки переходит в виде заготовки (полуфабриката).

На лесных складах также могут применяться многооперационные установки (сучкорезно-раскряжевочные, раскряжевочно-сортировочные и др.) В установках этого типа отдельные операции на одном и том же объекте выполняются одновременно либо последовательно, но со значительным перекрытием по времени.

1.3. РЕЖИМ РАБОТЫ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ

Основными показателями работы лесного склада являются его грузооборот, вместимость, занимаемая площадь и продолжительность работы в течение года.

Грузооборотом лесного склада Q называют объем лесоматериалов в кубических метрах, пропускаемый через склад в единицу времени (сутки, месяц, сезон, год и т. д.).

Вместимостью лесного склада E называют объем лесоматериалов в кубических метрах, который может быть единовременно размещен на территории склада.

Площадь лесного склада $F_{БР}$ — это общая площадь (в квадратных метрах), занимаемая лесоскладским оборудованием и сооружениями, штабелями и разрывами между ними, внутрискладскими путями, погрузочными тупиками и т. п.

Продолжительность работы склада в течение года T выражается в днях и равняется общему числу календарных дней в году за вычетом выходных дней.

Лесной склад характеризуется также режимом работы, показывающим сроки и объемы поступления заготовленного леса и его обработки, выхода готовой продукции и отгрузки ее со склада.

Наглядно режим работы можно представить в виде интегральных графиков поступления, обработки и отгрузки лесоматериалов. Режим работы лесного склада в основном зависит от типа транспорта, подающего заготовленный лес на склад и отгружающего готовую продукцию.

На прирельсовых нижних складах поступление сырья и отгрузка готовой продукции осуществляются непрерывно (с некоторыми перерывами в периоды распутицы), поэтому работа на таких складах производится почти равномерно в течение всего года (рис. 1.3, а).

Линия I показывает нарастающим итогом прибытие деревьев или хлыстов на склад, а линия II — поступление их в обработку (обрезку сучьев, раскряжевку, сортировку, окорку, разделку на коротье и т. д.). Линия III изображает выход готовой продукции, а линия IV — отгрузку ее со склада. Разности ординат дают: линий I и II — запас деревьев или хлыстов на складе, линий II и III — количество получающихся при обработке отходов, линий III и IV — запас готовой продукции у фронта отгрузки.

Разность ординат точек А и Б соответствует годовому грузообороту лесного склада $Q_{ГС}$ (по сырью), а ордината точки В — годовому объему отгружаемой готовой продукции $Q_{ГП}$.

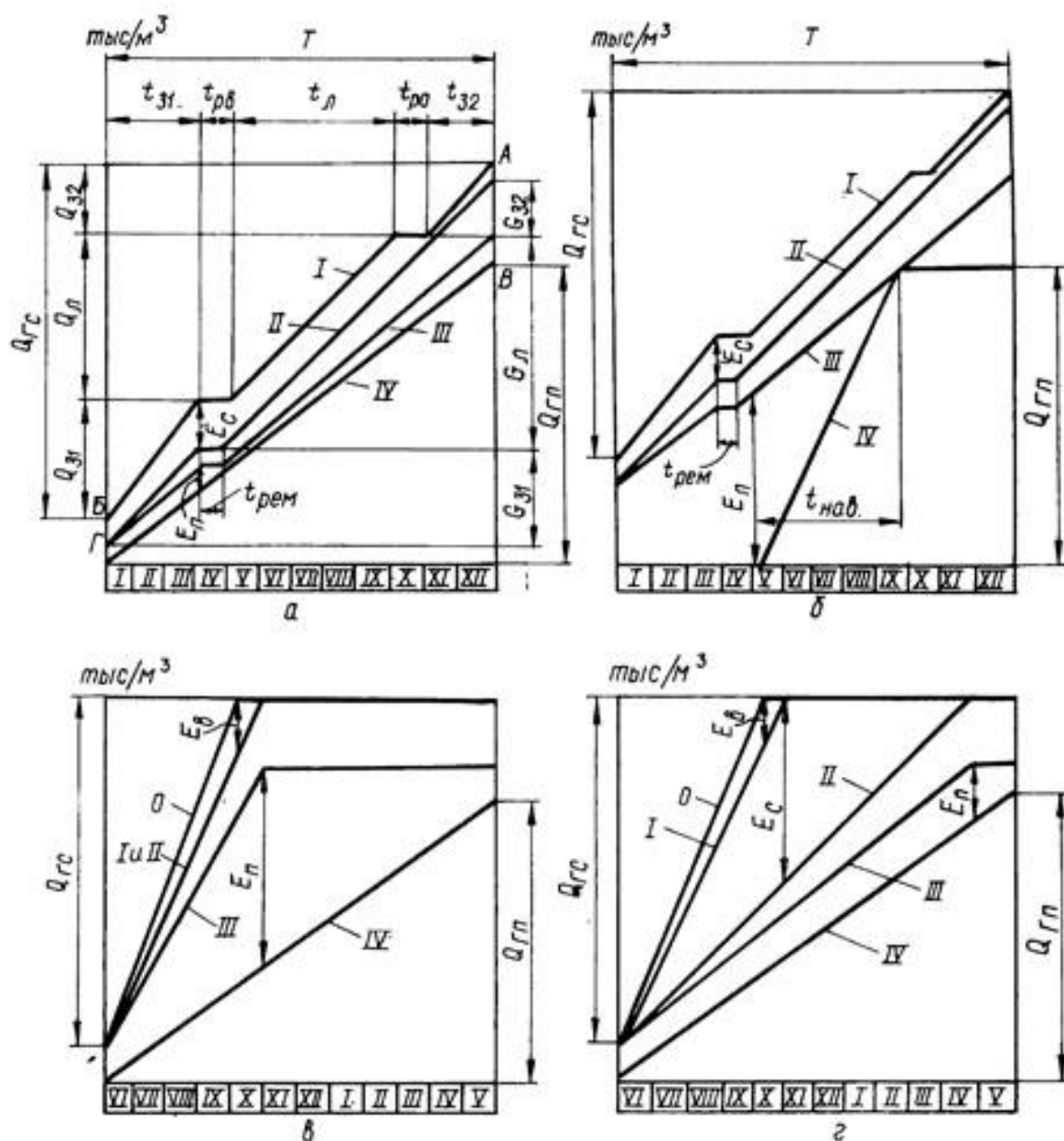


Рис. 1.3. Графики режима работы:

а — прирельсового нижнего склада; б — берегового нижнего склада; в и г — лесоперерабатывающей базы

Разность ординат точек Б и Г дает переходящий запас деревьев или хлыстов на 1 января, а ордината точки Г — переходящий запас готовой продукции на это же время.

Величины этих запасов выбирают такими, чтобы линии I и II, а также III и IV между собой нигде не пересекались.

Вместимость склада для хранения запаса деревьев или хлыстов рассчитывают по наибольшей из разностей ординат линий I и II (E_c), а для хранения готовой продукции — по разности ординат линий III и IV (E_p). Для нижних складов с большим объемом переработки интегральный график приведенного вида является лишь иллюстрацией общего режима работы склада. При подборе типов и количества оборудования и подсчете потребных площадей для готовой про-

дукции аналогичные графики следует строить отдельно для каждого сортимента.

На береговых нижних складах поступление сырья обычно круглогодовое, а готовую продукцию отгружают только в летний период. В связи с этим режим работы берегового склада (рис. 1.3,б) существенно отличается от режима работы прирельсового склада. Значения отдельных кривых на графике, приведенном на рис. 1.3,б, такие же, как и на рис. 1.3, а. Наибольший запас готовой продукции ($E_{\text{п}}$) на береговых складах накапливается ко дню открытия навигации и достигает значительных объемов, особенно при кратковременном сплаве.

На лесоперевалочных базах поступление сырья сезонное, а отгрузка готовой продукции круглогодовая. Переработку сырья (разделку и окорку рудничной стойки, выработку шпал и т. п.) на этих складах можно производить по графику прибытия, т. е. сразу же после выгрузки из воды (рис. 1.3, в), или по графику отгрузки (рис. 1.3, г).

Интегральные графики для лесоперевалочных баз наиболее удобно строить начиная со дня открытия навигации (например, с 1 июня). На этих графиках линия О изображает прибытие лесоматериалов на рейд приплава; линия I — выгрузку из воды; II — переработку; III — выход готовой продукции и IV — отгрузку готовой продукции. Разность ординат между линиями О и I дает запас сырья на воде $E_{\text{в}}$, между линиями I и II — запас сырья на складе $E_{\text{с}}$ и между линиями III и IV — запас готовой продукции $E_{\text{п}}$. При переработке сырья по графику прибытия запасы сырья на суше отсутствуют, а запасы готовой продукции достигают значительных размеров. При переработке по графику отгрузки на складе должны храниться большие запасы сырья, запасы же готовой продукции незначительны.

1.4. ЗАПАСЫ ЗАГОТОВЛЕННОГО ЛЕСА НА СКЛАДЕ

Для нормальной работы нижних складов на них необходимо иметь запасы лесоматериалов, отличающиеся друг от друга по своему назначению и виду. Вместимость склада должна соответствовать наибольшей величине размещаемых на нем запасов.

По виду укладываемых лесоматериалов различают:

- 1) запасы сырья,
- 2) полуфабрикатов,
- 3) готовой продукции.

Запасы сырья (деревьев или хлыстов) создают на стыке лесовозной дороги и сучкорезных (при вывозке деревьев) или раскряжевочных (при вывозке хлыстов) установок и укладывают в основном потоке или в стороне от него. Запасы полуфабрикатов (сортиментов, подлежащих дальнейшей переработке на этом же нижнем складе) укладывают перед соответствующими цехами и участками. Запасы готовой продукции размещают у фронта отгрузки на железную дорогу АО РЖД, погрузки в суда или сдачи в сплав.

По своему назначению запасы лесоматериалов на нижних складах делят на

- 1) сезонные,

- 2) резервные,
- 3) межоперационные
- 4) технологические.

Сезонные запасы призваны обеспечить нормальную работу лесоскладского оборудования при заранее предусмотренных длительных перерывах или резких изменениях режима работы лесовозного транспорта, перерабатывающих цехов и транспортных средств, вывозящих со склада готовую продукцию.

Резервные запасы компенсируют неравномерность работы смежных участков, вызванную в основном случайными причинами; создание резервных запасов также необходимо при разном числе смен работы смежных участков.

Межоперационные запасы создают между смежными установками в пределах одного цеха, участка или поточной линии. Они должны обеспечивать нормальную работу потока при кратковременных остановках входящих в него основных установок, а также при изменении ритма работы одной из смежных установок. Наиболее необходимо создавать межоперационные запасы между находящимися в одном потоке установками групповой и поштучной обработки.

Технологические запасы связаны с необходимостью просушки некоторых видов готовой продукции перед отгрузкой их потребителям.

Создание любого запаса связано с дополнительными трудозатратами и капиталовложениями, поэтому наиболее желательна работа вообще без запасов, однако практически это невыполнимо, так как отсутствие запасов поведет к значительным простоям всего лесоскладского оборудования. Наряду с этим создание слишком больших запасов нецелесообразно, так как ведет к увеличению складских территорий, возникает потребность в дополнительном подъемно-транспортном оборудовании и т. п. Поэтому определение оптимальных размеров сезонных, резервных и межоперационных запасов сырья, полуфабрикатов и готовой продукции является одной из важнейших задач, возникающих при проектировании нижних складов лесозаготовительных предприятий.

Запасы сырья. Величина сезонного запаса сырья (дереьев или хлыстов) может быть определена из интегрального графика режима работы участка «вывозка — очистка от сучьев или раскряжевка» (рис. 1.3, а). Вывозка по лесовозной дороге характеризуется линией I , при этом предусмотрено прекращение вывозки в периоды весенней трв и осенней тро распутиц, а также большая интенсивность работы лесовозного транспорта в зимнее время по сравнению с летним.

С точки зрения потребностей нижнего склада была бы желательна равномерная и круглогодовая (без перерывов на распутицу) работа лесовозного транспорта, однако практически это труднодостижимо, так как почти при любых типах дорожных покрытий необходимо прекращение вывозки на период распутицы, а увеличение интенсивности вывозки в зимнее время связано с использованием наиболее дешевых зимних дорог.

Очистку деревьев от сучьев и раскряжевку хлыстов на нижнем складе (линия II) наиболее целесообразно производить равномерно в течение всего года, за исключением кратковременной плановой остановки на ремонт трем (во время весенней или осенней распутицы). Равномерная работа нижнего склада в течение всего года, вполне достижимая практически, позволяет лучше исполь-

зовать лесоскладское оборудование, полнее загрузить рабочих, своевременно выпускать все виды продукции (хотя и ведет к некоторому увеличению сезонного запаса заготовленного леса).

Расстояние между линиями I и II характеризует величину сезонного запаса. Наибольший запас сырья E_c будет к началу прекращения вывозки в связи с весенней распутицей (на приведенном графике — в начале апреля). Из графика видно, что величина наибольшего сезонного запаса деревьев или хлыстов определяется

$$E_c = Q_{з_1} + (Q_{з_2} - G_{з_2}) - G_{з_1} = Q_3 - G_3,$$

где $Q_3 = Q_{з_1} + Q_{з_2}$ и $G_3 = G_{з_1} + G_{з_2}$ — соответственно объем вывозки и очистки деревьев от сучьев (раскряжевки хлыстов) в зимний период.

В свою очередь $Q_3 = \gamma Q_{гс}$ и $G_3 = \beta Q_{гс}$. В этих формулах $Q_{гс}$ — годовой грузооборот нижнего склада; γ — коэффициент сезонности вывозки, показывающий, какая часть годового грузооборота приходится на зиму;

β — коэффициент сезонности обработки сырья (очистки деревьев от сучьев, раскряжевки хлыстов), показывающий, какая часть годового грузооборота обрабатывается зимой.

Запасы полуфабрикатов. К полуфабрикатам на нижних складах относят: хлысты, обработанные на сучкорезных установках и подлежащие раскряжевке на сортименты; сортиментное долготье, подлежащее окорке; окоренное сортиментное долготье, подлежащее разделке на короткомерные лесоматериалы; шпальные кряжи, подлежащие распиловке на шпалы; пиловочник, поступающий для распиловки в лесопильный цех; круглые лесоматериалы, подлежащие переработке на тарные доски, колотые балансы, технологическую щепу и т. п.

Установки, вырабатывающие полуфабрикаты, и оборудование, перерабатывающее полуфабрикаты в готовую продукцию, на нижних складах в течение года обычно работают равномерно, не имея заранее запланированных изменений ритма работы, а также длительных остановок (за исключением периода остановки всего склада на время планового ремонта). В связи с этим на нижних складах сезонных запасов полуфабрикатов обычно не создается.

Наряду с этим вследствие случайных причин выход отдельных сортиментов, получающихся при раскряжевке хлыстов, неравномерен; поэтому перед перерабатывающими цехами или установками должны создаваться резервные запасы полуфабрикатов (сортиментов). По существующим нормативам их объем должен равняться 2—3-сменному объему переработки. Такие запасы обеспечивают сравнительно ритмичную работу цеха даже в том случае, когда полуфабрикаты подаются в течение двух смен в сутки, а цех работает в одну смену, или наоборот.

Между смежными технологическими установками, входящими в одну поточную линию, следует создавать межоперационные запасы полуфабрикатов, компенсирующие изменения ритма работы и кратковременные остановки лю-

бой из этих установок. Такие запасы размещают в буферных магазинах или на площадках, вместимость которых должна обеспечить с требуемой вероятностью ритмичную работу поточной линии.

Запасы готовой продукции. К готовой продукции на нижних складах относят: круглые лесоматериалы, отгружаемые в неразделенном виде (строительные бревна, листовые деловые кряжи, иногда пиловочник, рудстоечное и балансовое долготье и т. п.), разделанную рудничную стойку и балансы, шпалы, пиломатериалы, тарные доски, технологическую щепу и др. Запасы готовой продукции размещают у фронта отгрузки. Неразделяемые сортаменты поступают к фронту отгрузки от сортировочных установок. Продукция, получающаяся в результате обработки или переработки полуфабрикатов, подается на склад готовой продукции из соответствующих цехов, при этом она в ряде случаев в этих цехах также подвергается необходимой сортировке.

У фронта отгрузки создают сезонные и резервные запасы готовой продукции; кроме того, для некоторых видов продукции предусматривают технологические запасы. Межоперационные запасы в данном случае не создают, а их роль выполняют резервные запасы. Объем запаса готовой продукции у фронта отгрузки определяют отдельно для каждого вида продукции (для каждого сортамента).

Сезонные запасы готовой продукции предназначены обеспечить нормальную работу во время заранее запланированных остановок работы цехов нижнего склада или перерывов вывозки со склада готовой продукции средствами железнодорожного или водного транспорта. Перерабатывающие цеха нижнего склада обычно работают в течение года равномерно и останавливаются только на сравнительно кратковременный период ремонта (рем). Годовой график выхода готовой продукции на рис. 1.3, а, изображен линией III.

На прирельсовых нижних складах чаще всего отгрузку готовой продукции на подвижной состав железных дорог АО РЖД планируют равномерной в течение всего года без перерывов—линия IV.

Резервные запасы готовой продукции у фронта отгрузки призваны компенсировать вызванную случайными причинами неравномерность работы отдельных цехов, подачи под погрузку железнодорожных вагонов и судов, возможности сдачи леса в сплав. Величину резервных запасов готовой продукции у фронта отгрузки определяют по существующим нормативам для прирельсовых складов — от 15 до 45-суточного объема отгрузки; при этом необходимо иметь в виду, что в некоторых случаях для прирельсовых складов (в особенности вследствие непредусмотренных перебоев в работе железнодорожного транспорта) резервный запас готовой продукции намного превышает сезонный запас.

Величину технологических запасов готовой продукции у фронта отгрузки определяют сроком просушки, зависящим от местных условий и соглашений с потребителями.

Хранение лесоматериалов на складе.

Запасы лесоматериалов на складах размещают обычно в штабелях или поленницах. Размеры и конструкции штабелей должны обеспечивать сохранность уложенных лесоматериалов, гарантировать безопасные условия работы и

соответствовать техническим возможностям штабелевочного оборудования. Долготье укладывают в рядовые, пачковые или плотные штабеля.

В рядовых штабелях лесоматериалы располагают параллельными рядами, между которыми укладывают две-три линии прокладок. Штабеля такой конструкции обеспечивают лучшую по сравнению с другими типами штабелей просушку лесоматериалов, но применяются редко так как требуют ручной раскати. Коэффициент полндревесности Δ рядового штабеля (отношение объема уложенных лесоматериалов к геометрическому объему штабеля) приблизительно равен 0,45—0,55.

В пачковых штабелях пачки лесоматериалов отделяют друг от друга горизонтальными и наклонными прокладками. Штабеля такого типа применяют при укладке лесоматериалов лебедками или кранами, снабженными стропами. Объем пачек, укладываемых в штабель, соответствует грузоподъемности штабелевочного оборудования. Коэффициент полндревесности пачкового штабеля $\Delta = 0,64-0,65$.

В плотные штабеля укладывают лесоматериалы при использовании на штабелевке кранов с торцовыми или челюстными грейферами. Коэффициент полндревесности плотного штабеля составляет $\Delta = 0,65-0,7$.

Запасы хлыстов и деревьев на нижних складах укладывают обычно в пачковые штабеля, коэффициент полндревесности которых значительно ниже, чем у аналогичных штабелей из сортиментного долготья, и составляет 0,25—0,35.

Короткие круглые и колотые лесоматериалы (длиной до 2 м) чаще всего хранятся на лесных складах в плотных штабелях (поленницах), а иногда в кучах. Поленницы укладывают и разбирают грейферными кранами, автопогрузчиками или вручную. Коэффициент полндревесности поленниц составляет $\Delta = 0,74-0,75$. Хранение коротья в кучах применяют на лесных складах целлюлозно-бумажных предприятий, накапливающих одновременно большое количество сырья. Кучи укладывают специальными наклонными лесотранспортерами (стаккерами), а разбирают грейферными кранами. Коэффициент полндревесности куч составляет $\Delta = 0,45-0,5$.

Шпалы для просушки укладывают на складе в клеточные штабеля по 50 шт. в каждом. Такую укладку можно производить только вручную. Если просушка не требуется, то шпалы хранят в пачковых штабелях, укладываемых автопогрузчиками или кранами. Коэффициент полндревесности клеточного штабеля составляет $\Delta = 0,434-0,46$; для пачковых штабелей Δ находится в пределах от 0,74 до 0,93 в зависимости от размеров пачки и прокладок.

Конструкции штабелей пиломатериалов зависят от того, для каких целей их укладывают. Пиломатериалы для просушки укладывают в рядовые штабеля с разрывами между соседними досками и с использованием в качестве прокладок тех же пиломатериалов. Коэффициент полндревесности такого штабеля составляет $\Delta = 0,34-0,35$; укладывают его вручную. При использовании на штабелевке автопогрузчиков и кранов пиломатериалы укладывают в пачковые штабеля с $\Delta = 0,74-0,75$. В этом случае на складе пиломатериалы не просушивают.

Технологическую щепу на лесных складах хранят в специальных бункерах или в кучах, расположенных на открытых площадках. Кучи насыпают ленточными транспортерами или пневмотранспортными установками. Разбирают

кучи бульдозерами, грейферными кранами или автопогрузчиками, снабженными ковшом. Коэффициент полнодревесности куч технологической щепы составляет $\Delta = 0,34-0,35$.

В последнее время большое распространение получила система единого пакета; при этом лесоматериалы хранят и перевозят в пакетах, имеющих фиксированную форму, размеры и массу, согласованные с габаритом погружаемого подвижного состава и грузоподъемностью погрузочного оборудования. Формируют пакеты в гибкой или жесткой обвязке, обрешетке или контейнере и хранят в пакетных штабелях. Коэффициент полнодревесности пакетных штабелей зависит от вида пакетируемых лесоматериалов, размера пакета, типа обвязки и приблизительно равен коэффициенту полнодревесности пачкового штабеля.

Размеры штабелей, а также размещение их на складе определяются правилами пожарной безопасности и технологическими возможностями штабелевочного оборудования. Длина штабелей долготья практически не ограничена и зависит в основном от типа штабелевочного оборудования. При использовании для этой цели лебедок или кабельных кранов длина штабелей достигает 250—300 м; при штабелевке башенными или консольно-козловыми кранами 20—25 м; при ручной раскатке 10—20 м. Высота штабелей долготья доходит до 10—12 м (полуторной длины укладываемых лесоматериалов). На сезонных и резервных складах деревья или хлысты укладывают в штабеля длиной до 150 м и высотой до 11 м. Размеры штабелей коротья: длина 20—30 м и высота при механизированной укладке 3—4 м и при ручной укладке до 2 м. Клеточные штабеля шпал имеют размеры 2,75х2,75 м при высоте до 2 м, а пачковые штабеля длину 30 м и высоту до 4 м. Высота штабелей пиломатериалов доходит до 6—8 м. Кучи технологической щепы имеют высоту до 10 м и ширину основания 25—30 м. Длина кучи достигает 50 м.

Между соседними штабелями долготья, шпал и пиломатериалов, а также между спаренными поленницами коротья, устраивают разрывы шириной 1—2 м, а между группами штабелей — противопожарные разрывы.

Глава 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЕСООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

2.1. РЕЗАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗАГОТОВЛЕННОГО ЛЕСА НА СКЛАДЕ

На лесных складах существенное значение имеют работы по механической обработке древесины, т. е. работы, связанные с ее резанием. Эти работы выполняют оборудованием следующего назначения:

- для очистки деревьев от сучьев; режущие инструменты — ножи, фрезы;
- для поперечного деления хлыстов (раскряжевки) и долготья (разделки); режущие инструменты — круглые или цепные пилы, ножи;

- для окорки шпал, круглых и колотых лесоматериалов; режущие инструменты — ножи, фрезы, тупые коросниматели;
- для продольной распиловки (выпиловки шпал, пиломатериалов, тарных досочек); режущие инструменты — круглые, ленточные или рамные пилы;
- для раскалывания коротья; режущий инструмент—клин;
- для измельчения древесины при выработке щепы; режущие инструменты — ножи.

Теоретические основы механической обработки древесины называют теорией резания. Задачей теории резания древесины является определение усилий, возникающих при резании и потребной мощности на резание, а также нахождение оптимальных параметров режущих инструментов, дающих наибольшую производительность при наименьшей затрате энергии и требуемом качестве обрабатываемой поверхности.

Основные положения теории резания древесины были разработаны в конце XIX и начале XX века русскими учеными И. А. Тиме, П. А. Афанасьевым, П. В. Денфером. Крупный вклад в науку о механической обработке древесины внес видный советский ученый профессор ЛТА М. А. Дешевой, создавший собственную теорию резания древесины и выпустивший в 1934—1939 гг. капитальный труд, посвященный этому вопросу.

На лесных складах применяют резание древесины как с образованием стружек (пиление, фрезерование, строгание), так и бесстружечное резание (резание ножами, раскалывание). В первом случае в процессе деления часть древесины измельчается в стружки (опилки), являющиеся в большинстве случаев отходами. Во втором случае измельчения древесины не происходит, а осуществляется безотходное ее деление. Принципы работы режущих инструментов, производящих каждый из этих видов резания, существенно отличаются друг от друга; соответственно различаются и методы расчетов.

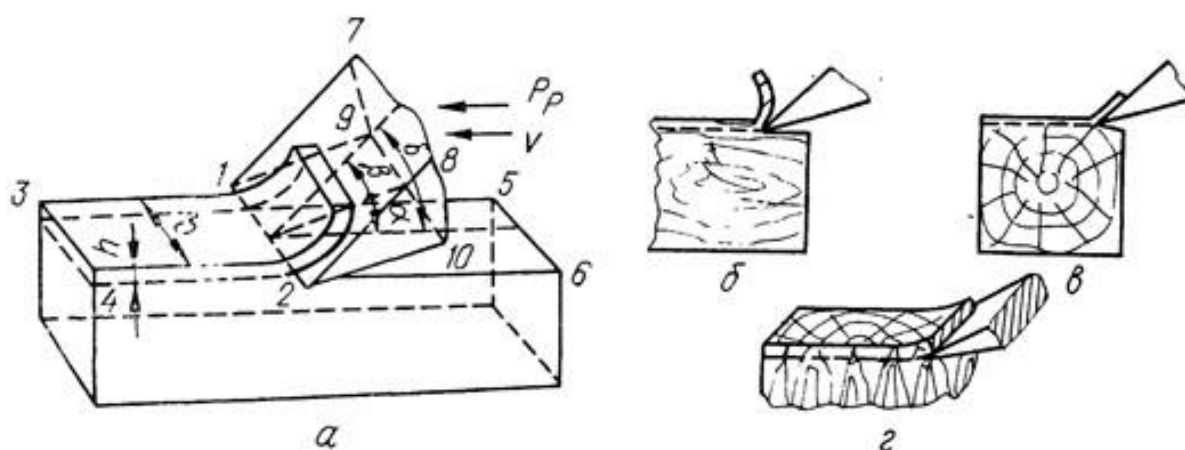


Рис. 2.1. Элементарное резание:

а — элементарный резец; *б* — продольное резание; *в* — поперечное резание; *г* — резание в торец

Резание элементарным резцом. Для деления древесины с образованием стружек применяют разнообразные режущие инструменты, основным элементом которых является простой (элементарный) резец, представляющий собой стальной клин, ширина которого больше ширины обрабатываемого материала (рис. 2.1, а).

Внедряясь в древесину, резец отделяет тонкую стружку постоянной толщины. Резание таким резцом называется элементарным.

Скорость движения резца называется скоростью резания v .

Основные элементы резца:

1—2 — лезвие (режущая кромка);

1—2—8—7 — передняя грань (грудка);

1—2—10—9 — задняя грань (спинка);

β — угол заострения (угол заточки);

α — задний угол (угол наклона);

δ — угол резания.

Между угловыми величинами, характеризующими резец, существует следующее соотношение $\delta = \beta + \alpha$.

Основные элементы стружки:

b — ширина;

h — толщина.

Плоскость 3—4—6—5 называется плоскостью резания.

Для внедрения резца в древесину и отделения от нее стружки к нему должно быть приложено усилие P_r , называемое силой резания. Оно складывается из усилий: на перерезание древесины, деформацию стружки, преодоление трения элементов стружки о резец, резца о древесину и т. д. Ввиду сложности процессов, происходящих при резании, отдельное определение этих составляющих весьма затруднительно, поэтому обычно при вычислении силы резания учитывают суммарно все перечисленные сопротивления.

Различают три основных направления резания элементарным резцом по отношению к волокнам древесины: продольное, поперечное и в торец (рис. 2.1, б, в, г).

При продольном резании резец движется в плоскости волокон параллельно их длине; стружка имеет форму тонкой ленты.

При поперечном резании резец движется в плоскости волокон перпендикулярно их длине; стружка получается непрочной, ее элементы слабо связаны между собой.

При резании в торец резец движется в плоскости, перпендикулярной направлению волокон, перерезая их; стружка в этом случае чаще всего рассыпается на отдельные, не связанные между собой элементы.

Исследованиями установлено, что сила резания P_p (для среза одной стружки простым резцом) возрастает с увеличением площади ее поперечного сечения, следовательно, мощность резания зависит от объема древесины, превращенной в стружку в единицу времени, т. е. $P_p = kbh$ и $N_p = kbh v = kq$.

На основании исследований принято также считать, что потребная мощность на срезании стружек любым режущим инструментом (а не только элементарным резцом), также возрастает с увеличением объема стружек, срезаемых в единицу времени. Следовательно, при любом виде резания с образованием стружек имеет место соотношение

$$N_p = kq, \quad (2.1)$$

где N_p — мощность резания (на резцах), Вт; q — объем древесины, превращенной в стружку в единицу времени (секундный объем стружки), м³/с; k — коэффициент пропорциональности, называемый в данном случае удельной работой резания, Дж/м³.

В свою очередь $N_p = P_p v$ и следовательно

$$P_p = kq : v, \quad (2.2)$$

где P_p — сила резания, Н; v — скорость резания, м/с. Коэффициент пропорциональности k в этой формуле имеет размерность Н/м² и носит название удельная сила резания; его численное значение равно численному значению удельной работы резания, поэтому в дальнейшем различие между этими величинами не делается.

На величину k оказывает влияние ряд факторов: направление резания по отношению к волокнам древесины, твердость древесины, величина угла резания δ , степень затупления резца, толщина срезаемой стружки и др. Из рассматриваемых трех основных направлений резания наибольшую величину k имеет при резании в торец. Оно в 2—2,5 раза превышает величину k для продольного и в 4—5 раз — для поперечного резания.

С увеличением твердости древесины (связанной с породой, влажностью, температурой и др.) и затуплением резца величина удельной работы резания возрастает. Так же величина k возрастает при увеличении угла резания δ , влияние которого особенно существенно при резании в торец (при $\delta > 80^\circ$ резание в торец вообще невозможно); при продольном и поперечном резании влияние δ на величину k сравнительно невелико и поперечное резание возможно даже при $\delta > 90^\circ$.

С уменьшением толщины срезаемой стружки величина удельной работы резания k (т. е. работы, затрачиваемой на превращение в стружку единицы объема древесины) увеличивается; это объясняется тем, что, для того чтобы разделить какой-либо объем древесины на мелкие частицы, требуется затратить больше работы, чем при делении на более крупные. Таким образом, с точки зрения уменьшения расхода энергии на резание при необходимости превратить в стружки определенный объем древесины, более выгодно срезать толстые

стружки, помня, однако, что качество обрабатываемой поверхности при этом ухудшается.

Указанные зависимости удельной работы резания от перечисленных факторов имеют место не только при элементарном резании, но и при работе любого режущего инструмента.

В оборудовании, применяемом на лесных складах, в основном используются следующие методы резания со снятием стружки: пиление (при раскряжевке хлыстов, разделке долготья, выпиловке шпал, пиломатериалов и др.), фрезерование (при окорке круглых лесоматериалов, шпал и др.) и строгание (при некоторых видах окорки).

Пиление. Пилением называют процесс разделения обрабатываемого образца древесины на две или несколько частей при помощи повторного движения резцов в данном сечении. Для этой цели применяют инструменты, имеющие несколько резцов и называемые пилами. Процесс пиления значительно более сложен, чем процесс резания элементарным резцом. Каждый зуб пилы имеет несколько режущих кромок (по существу несколько резцов), производящих резание в разных направлениях по отношению к волокнам древесины. Кроме того, при резании зубья пилы работают в закрытом пространстве, называемом пропилом, что создает специфические условия по сравнению с работой элементарного резца.

На лесных складах используют следующие виды пиления, отличающиеся направлением пропила по отношению к волокнам древесины:

поперечное — плоскость пропила перпендикулярна направлению волокон; этот вид пиления применяют при раскряжевке хлыстов, разделке долготья, торцовке шпал и пиломатериалов и т. п. При этом используют так называемые поперечные пилы;

продольное — плоскость пропила параллельна направлению волокон; этот вид пиления применяют при выпиловке шпал, брусьев, досок, обрезке кромок у досок и т. п.; используют продольные пилы.

Поперечные пилы отличаются от продольных в основном формой зубьев. Кроме того, пилы, применяемые на лесных складах, разделяют на следующие виды:

круглые — зубья расположены по окружности стального диска, непрерывно вращающегося в одном направлении; пилы такого вида находят применение как при поперечной (рис. 2.2, а), так и при продольной распиловке (рис. 2.2,б);

цепные — зубья расположены на звеньях непрерывно движущейся цепи (рис. 2.2,в); применяют для поперечной распиловки;

ленточные — зубья расположены на стальной ленте, непрерывно движущейся в одном направлении (рис. 2.2, г); применяют для продольной распиловки;

прямые (рамные) — зубья расположены на стальной полосе, совершающей возвратно-поступательное движение (рис. 2.2,5); применяют для продольной распиловки на лесопильных рамах.

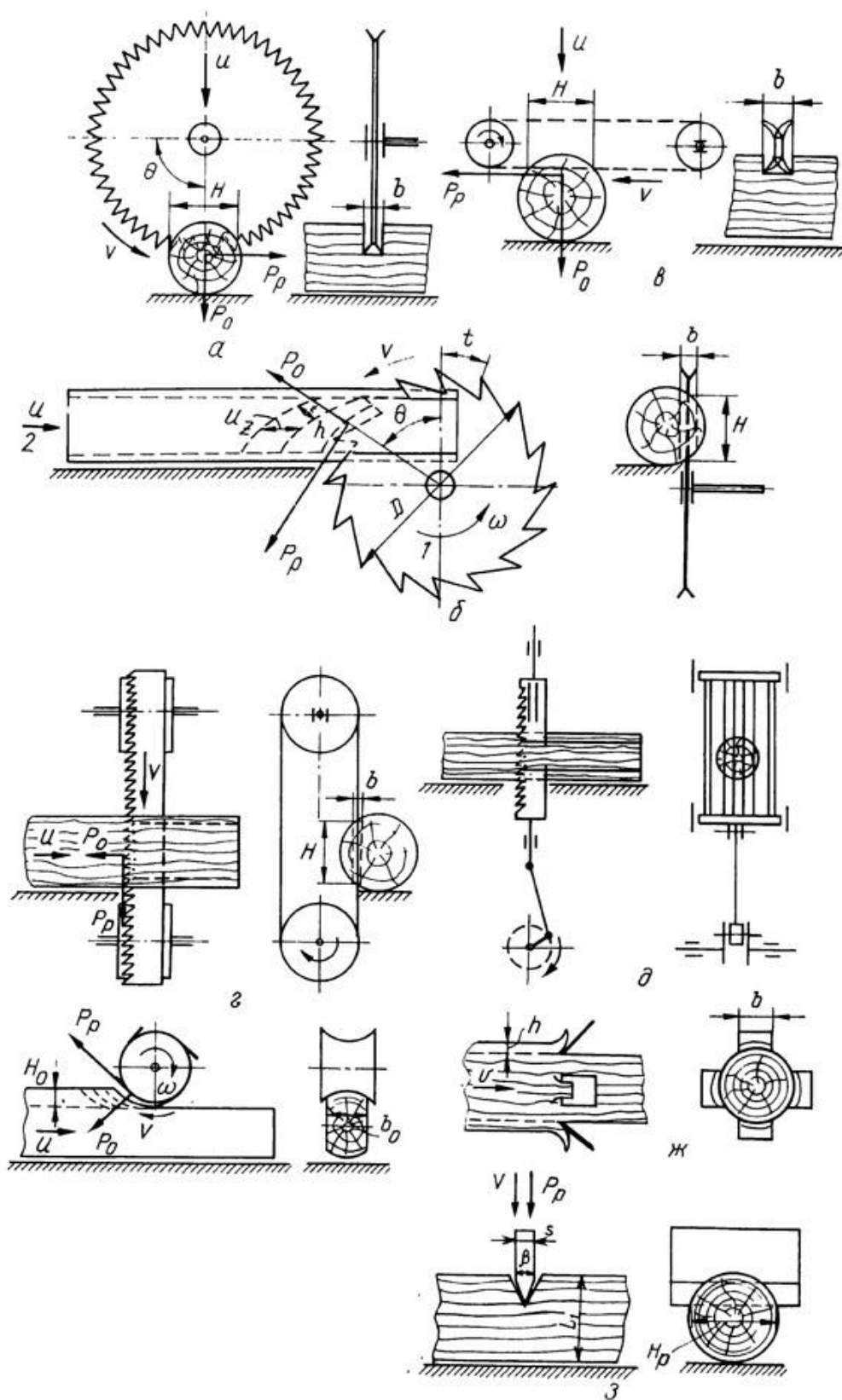


Рис. 2.2. Приемы механической обработки древесины:

- а — поперечное пиление круглой пилой; б — продольное пиление круглой пилой;
 в — поперечное пиление цепной пилой; г — продольное пиление ленточной пилой;
 д — продольное пиление рамной пилой; е — фрезерование; ж — строгание;
 з — резание ножом в торец

Мощность (на зубьях пилы) и силу резания при пилении определяют по формулам (2.1) и (2.2). При поперечной и продольной распиловке объем древесины, превращаемый в опилки в течение одной секунды q , может быть определен, как произведение ширины пропила b на высоту пропила H и на скорость подачи u (рис. 2.2, а, б, в, г, д). Скоростью подачи u называют скорость, с которой пила надвигается на древесину (см. рис. 2.2, а, в) или древесина надвигается на пилу (рис. 2.2, б, г, д). Высотой пропила H называют проекцию длины для пропила на плоскость, перпендикулярную направлению скорости подачи.

Таким образом, для однопильных станков $q = bHu$ и следовательно

$$N_p = KbHu; \quad (2.3)$$

$$P_p = KbHu / v, \quad (2.4)$$

где N_p – мощность пиления на зубьях пилы, Вт; P_p – сила резания, Н; k – удельная работа резания (величина которой при пилении значительно больше, чем при элементарном резании), Дж/м³; b и H в м; v — скорость резания, м/с.

Скоростью резания v при пилении является скорость перемещения зубьев пилы. Для круглых пил — это окружная скорость пильного диска; для цепных, ленточных и рамных — линейная скорость цепи, ленты, рамной пилы. Угол между векторами скорости резания и скорости подачи называется кинематическим углом встречи Θ .

Силой резания при пилении P_p называется усилие, действующее на древесину со стороны зубьев пилы и совпадающее по направлению со скоростью резания. Со стороны древесины на пилу действует по величине такое же усилие (но направленное в обратную сторону), называемое силой сопротивления резанию. Для круглых пил сила резания является окружным усилием.

Во время пиления возникает также сила отжима P_o перпендикулярная силе резания и направленная от зубьев пилы в сторону распиливаемой древесины. Со стороны древесины на пилу действует сила сопротивления отжиму, равная по величине P_o , но направленная в обратную сторону.

Величину силы отжима определяют по формуле

$$P_o = \alpha_o P_p, \quad (2.5)$$

где α_o — коэффициент, зависящий от формы и степени затупления зубьев пилы.

Фрезерование. Фрезерованием называется снятие стружки ножами, укрепленными на вращающемся барабане или ножевом диске. Стружка, срезаемая при фрезеровании, имеет переменное поперечное сечение. На лесных складах фрезерование применяют при оправке шпал (окорке боковой поверхности шпалы) и окорке круглых и колотых лесоматериалов. На рис. 2.2, е показана оправка шпалы методом фрезерования ножами, укрепленными на вращающемся барабане. Окружная скорость ножей v является в данном случае скоростью резания, а скоростью подачи u — скоростью поступательного движения шпалы или фрезы.

Бесстружечное резание ножами. На лесных складах бесстружечное резание ножами широко используют при очистке деревьев от сучьев, а в перспективе, возможно, будут применять при раскряжевке хлыстов и разделке долготы на коротье. Условно можно считать, что этот вид резания имеет место также при измельчении древесины в щепу. Для бесстружечного резания приведенные методы расчета мощности и силы резания неприменимы. При этом способе резания (рис. 2.2, 3) нож представляет собой стальной клин, режущая кромка которого перерезает волокна древесины, а боковые грани раздвигают их. Нож врежется в древесину со скоростью резания v (которая в данном случае является одновременно и скоростью подачи). Чаще всего при данном способе резания волокна перерезаются в торец, однако имеет место и торцово-продольное резание (при срезании сучьев, имеющих угол врастания меньше 90°) и торцово-продольно-поперечное (при измельчении лесоматериалов в щепу на рубительных машинах).

Раскалывание. Раскалывание круглых лесоматериалов применяют на лесных складах при выработке колотых балансов, подготовке толстомерного коротья для подачи в рубительные машины, заготовке дров. При раскалывании клин внедряется в древесину вдоль волокон, не перерезая их; под действием боковых граней клина в раскалываемой заготовке образуется щель и при дальнейшем движении клина его лезвие уже не соприкасается с древесиной.

2.2. ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

Наряду с механической обработкой древесины на лесных складах производятся многочисленные переместительные операции. К ним относятся погрузочно-разгрузочные и штабелевочные работы, сортировка лесоматериалов, подача лесоматериалов в перерабатывающие цеха, внутрискладские перевозки и др. К переместительным операциям относятся также продольное перемещение хлыста в раскряжевочной установке, подача на пилы распиливаемых лесоматериалов в шпалорезных станках и лесопильных рамах, продольное перемещение долготы в роторных окорочных станках и т. п.

На лесных складах применяется подъемно-транспортное оборудование, которое может быть разделено на три группы: машины и установки периодического действия; машины непрерывного действия; оборудование рельсового и безрельсового внутрискладского транспорта.

У машин периодического действия тяговое устройство совершает поступательно-возвратное реверсивное движение. Загрузка и разгрузка производятся порциями (пачками, пакетами, штуками) во время остановки тягового или захватного устройства. После каждой загрузки тяговое устройство меняет направление движения, т. е. имеются явно выраженные рабочие и холостые ходы. К машинам этой категории относят краны различных типов, манипуляторы, канатно-блочные установки и др.

Машины непрерывного действия имеют тяговое устройство, непрерывно движущееся в одном направлении. Их загрузка и разгрузка производятся обычно на ходу. Холостых ходов у этих машин нет. К данной группе относят про-

дольные и поперечные лесотранспортеры различных типов. Сюда же можно отнести пневмо- и гидротранспортные установки.

К оборудованию рельсового и безрельсового внутрискладского транспорта относят машины, перемещающиеся вместе с транспортируемым грузом (колесные ле-соразгрузчики, авто- и электропогрузчики, автолесовозы, пучковозы, вагонетки и др.).

2.3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

Одним из основных показателей работы любой подъемно-транспортной или технологической машины (установки) и поточной линии является ее производительность, т. е. количество перемещаемых грузов или обработанного сырья (или полуфабрикатов) в единицу времени (секунду, минуту, час, смену и т. п.). Соответственно различают секундную, минутную, часовую, сменную производительности. Машины (установки) и линии, работающие на лесных складах, чаще всего характеризуют часовой и сменной производительностью. Учет перемещенных грузов или обработанного сырья (полуфабрикатов) в зависимости от их видов обычно ведут в количественной (в штуках деревьев, хлыстов, сортиментов, пачек и т. д.) или объемной мере (в м³). Для оборудования, производящего первичную обработку или переработку лесоматериалов, различают производительности по сырью и по готовой продукции.

Каждая машина или установка может работать на лесном складе как автономно (т. е. независимо от другого оборудования), так и в составе поточной линии.

Поточные линии делят на три класса агрегатирования:

- 1) последовательного,
- 2) параллельного,
- 3) смешанного.

Линии последовательного агрегатирования (рис. 2.3, а) состоят из машин и установок, расположенных в технологической последовательности. Производительности всех установок, входящих в линию этого класса, должны быть равны между собой.

Линии параллельного агрегатирования (рис. 2.3, б) представляют собой систему поточных линий последовательного агрегатирования, расположенных параллельно друг другу и выполняющих одинаковые технологические операции.

Линии смешанного агрегатирования (рис. 2.3, в) состоят из цепочки последовательно соединенных установок, передающих заготовки¹ на установки, расположенные параллельно друг другу; возможны и обратные случаи — передача заготовок с нескольких параллельно расположенных установок на одну цепочку установок, соединенных между собой последовательно. В этих линиях производительность последовательно соединенных установок должна равняться сумме производительностей установок, соединенных параллельно.

Довольно часто находят применение поточные линии с разветвлениями (рис. 2.3, г). В этом случае на одной технологической установке (например, вто-

рой) в результате обработки получают два или более видов полуфабрикатов, каждый из которых подвергается дальнейшей обработке на своей ветви поточной линии, выпускающей свой вид готовой продукции. Иногда одна из ветвей такой линии обрабатывает основную долю всех проходящих через нее заготовок и выпускает основную продукцию, а через вторую ветвь проходит лишь незначительная часть заготовок и получающаяся продукция не является основной. Линии такого типа называют поточными линиями последовательного или смешанного агрегатирования с ответвлениями. Практически ответвления используют для переработки отходов, получающихся при выполнении основных технологических операций.

Линии параллельного и смешанного агрегатирования могут иметь взаимосвязанную структуру (рис. 2.3, д). Здесь заготовки от каждой технологической установки могут быть переданы в зависимости от обстоятельств на любую из установок, выполняющих следующую технологическую операцию.

Отдельные установки, входящие в поточную линию, связаны между собой жесткой или гибкой связью. При жесткой связи заготовка непосредственно передается с одной установки на другую смежную с ней, при этом ритм работы обеих установок должен быть одинаковым.

На лесных складах жесткая связь между отдельными установками наряду с непосредственной передачей заготовок осуществляется при помощи продольных и поперечных лесотранспортеров.

Гибкая связь, предусматривающая в среднем равную производительность установок, последовательно расположенных в линии, допускает разный ритм их работы; в течение некоторого времени установка-«поставщик» может давать несколько большую производительность, чем установка-«потребитель»; в следующий период времени соотношение их производительностей изменяется.

При гибкой связи возможны даже кратковременные остановки одной или нескольких установок, входящих в линию, без нарушения нормальной работы остальных установок этой же линии.

В качестве гибкой связи в поточных линиях на лесных складах применяют буферные площадки и магазины, содержащие межоперационный запас заготовок (рис. 2.3, е).

Применяются также поточные линии, имеющие связь смешанного типа: одни установки связаны между собой гибкой связью, другие имеют жесткую связь (рис. 2.3, ж). Целесообразно применять поточные линии с жестко-гибкой связью технологических установок (рис. 2.3, з, и). В этом случае смежные установки соединяются между собой как жесткой связью, так и буферным магазином. В основном заготовки от установки-«поставщика» передаются непосредственно на установку-«потребитель». Буферный же магазин, называемый в этом случае проходным (рис. 2.3, з) или тупиковым (рис. 2.3, и), вступает в действие только тогда, когда ритм работы смежных технологических установок нарушается или одна из них временно останавливается.

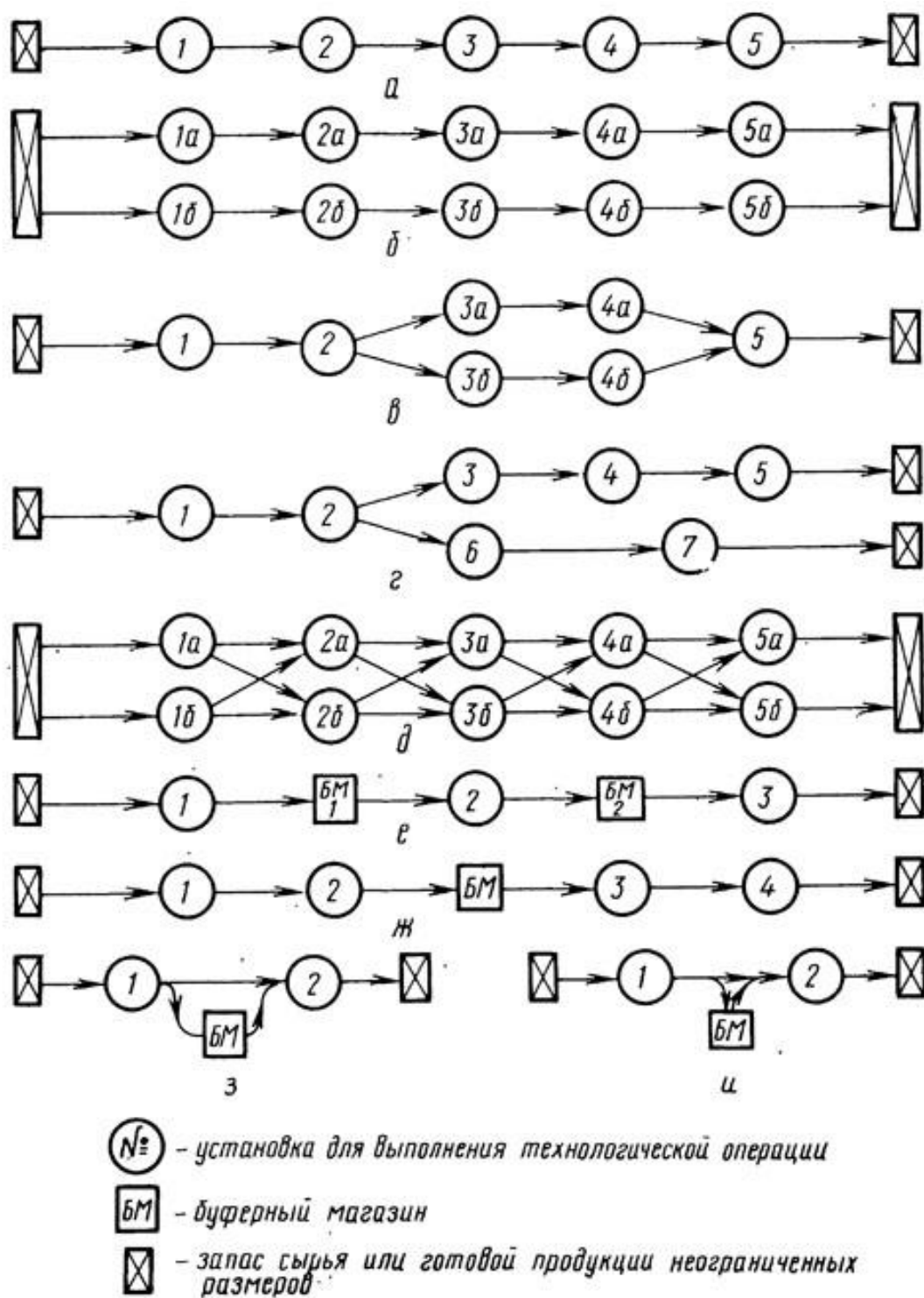


Рис. 2.3. Классы поточных линий:

- а — линия с жесткой связью последовательного агрегатирования;
- б — то же параллельного агрегатирования;
- в — то же смешанного агрегатирования;
- г — то же с разветвлением;
- д — линия с взаимосвязанной структурой;
- е — линия последовательного агрегатирования с гибкой связью;
- ж — то же со связью смешанного типа;
- з — то же с жестко-гибкой связью и буферным магазином проходного типа;
- и — то же с тупиковым буферным магазином

При переходе от расчета производительности отдельных машин и установок, работающих автономно, к расчету производительности поточной линии нужно учитывать взаимозависимость всех установок, входящих в линию.

В линии, состоящей из нескольких автономно работающих технологических установок, последовательные операции выполняются независимо друг от друга; межоперационные запасы при этом хранятся в штабелях и имеют практически неограниченные размеры, а их создание и передача заготовок (или их пачек) от одной технологической установки к другой производится кранами или автопогрузчиками. В этом случае понятие «сменная производительность поточной линии» теряет смысл, так как отдельные технологические установки могут за смену выпускать различное количество полуфабрикатов. В целом же по складу эта неравномерность компенсируется в течение недели или месяца различным числом смен работы отдельных установок.