

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»
Высшая школа технологии и энергетики
Кафедра технологии бумаги и картона**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ
И КАРТОНА.
РАСЧЁТ МАССОПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛА
ПРОИЗВОДСТВА КАРТОНА. КУРСОВАЯ РАБОТА**

Методические указания к курсовой работе для студентов всех форм обучения

по направлению подготовки:

29.03.03 — Технология полиграфического

и упаковочного производства,

а также для самостоятельной работы студентов по направлению подготовки

18.03.01 Химическая технология

Составители:

Л. Л. Парамонова

Д. И. Малютина

Санкт-Петербург

2021

Утверждено
на заседании кафедры ТБиК
17.03.2021г., протокол № 6
Рецензент М.В. Ванчаков

Методические указания соответствуют программам и учебным планам дисциплины «Технология производства бумаги и картона» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

Методические указания представляют собой комплекс обязательных технологических расчетов, которые необходимо проводить студентам при выполнении ВКР, курсовых проектов, расчетно-графических работ.

Методические указания предназначены для бакалавров очной и заочной форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве методических указаний.

Компьютерная верстка Д.А. Романова

Редактор Л. Я. Титова

Темплан 2021 г., поз. 38.

Подп. к печати	Формат 60x84/16.	Бумага тип № 1.
Печать офсетная.	Печ.л. 3,25.	Уч.-изд. л. 3,25.
Тираж 50 экз.	Изд. № 38.	Цена «С».
		Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является закрепление знаний студентов в области подготовки полуфабрикатов при производстве бумаги и картона. Основной тематикой курсовой работы является:

- Расчет массоподготовительного отдела производства картона с верхним белым слоем массой 145 — 155 г/м²;
- Расчет массоподготовительного отдела производства картона для плоских слоев гофрированного картона марок К-0; К-1; К-2 массой 125 — 250 г/м².

Требования к выполнению курсовой работы

Работа выполняется индивидуально с использованием методических указаний. Результаты представляются в виде пояснительной записки, работа должна быть структурирована, пронумерована и содержать следующие элементы:

- Титульный лист;
- Содержание;
- Введение;
- Характеристику бумаги и картона, волокнистых полуфабрикатов и химикатов;
- Основные расчеты по массоподготовительному отделу фабрики;
- Библиографический список;
- Спецификацию и схему массоподготовительного отдела.
- Общие требования к оформлению КР
- Шрифт для курсовой работы должен быть 12 или 14 пт Times New Roman;
- Межстрочный интервал должен быть равен 1,5;
- Каждая новая красная строка должна иметь отступ строки, равный 1,25 см;
- Весь основной текст выравнивается по ширине;

- Левое поле документа должно быть равно 3 см, у правого — 1 см, у верхнего — 2 см, у нижнего — 2 см;
- Нумерация страниц сквозная, снизу по центру. Титульный лист не нумеруется.

Правила оформления титульного листа

На титульном листе должны присутствовать:

- Министерство науки и высшего образования;
- название вуза;
- название кафедры;
- тема курсовой работы и дисциплина;
- ФИО студента и преподавателя;
- город и год написания работы.

Пример оформления титульного листа находится в Приложении.

ВВЕДЕНИЕ

Слово картон имеет итальянские корни и обозначает «твердый». В нашей стране ГОСТ Р 53636-2009 «Целлюлоза, бумага, картон. Термины и определения» регламентирует так: «В общем значении термин «бумага» может быть применен также для понятия «картон». Различие между бумагой и картоном прежде всего основывается на оценке их толщины или массы площади 1 м², а в некоторых случаях также их назначением». Сырье для производства картона — жесткие волокна древесины. Таким образом, картон — это та же бумага, но имеет больший вес и плотность. При таком размытом определении исчезает граница четкого определения. На практике встречается бумага повышенной прочности, толщины и тонкий картон. Все виды картона имеют одну общую черту — многослойность. Внешние слои (нижний и верхний) состоят из целлюлозы беленой или небеленой, древесной массы или макулатуры, предварительно отбеленной. А внутреннее наполнение делается из более дешевых наполнителей: отходы производства, макулатура, небеленая макулатура. Следует отметить, что нижние и верхние слои могут дублироваться (быть двух- или трехслойными).

Можно выделить несколько основных отличий картона от бумаги:

- картон имеет большую массу 1 м² и толщину;
- для картона характерна более высокая прочность;
- практически все виды картона изготавливают многослойными; при помощи комбинации слоев достигается высокая жесткость и хорошие барьерные свойства.

Картон нашел широкое распространение в производстве тары (упаковка и расфасовка различных продовольственных и промышленных товаров), строительстве, полиграфии, химической и легкой промышленности, машино- и приборостроении. При производстве картона с белым верхним слоем (WTL) наибольшее значение имеют свойства поверхности (белизна, гладкость, сопротивление

выщипыванию, печатные свойства и т.д.), показателем по прочности, так как этот картон предназначен для печати (в том числе и многокрасочной). Прочность же картонной коробки, произведенной с использованием топ-лайнера с белым верхним слоем достигается увеличением массы 1 м² нижних слоев гофрокартона. Для полного закрытия нижних бурых слоев масса 1 м² верхнего слоя должна быть не менее 40 г.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

1.1. Характеристика изготавливаемой продукции

Картон с белым верхним слоем предназначен для изготовления плоских слоев гофрированного картона. Картон должен изготавливаться машинной гладкости. На поверхности верхнего слоя картона не допускаются складки, морщины, загрязнения, а также пятна размером более 5 мм в наибольшем измерении.

Требования к рулонам картона:

- должны иметь ровные торцы и плотную намотку;
- предельные отклонения по размерам не должны превышать \pm обрез кромок — ровный и чистый;
- в рулоне не допускается склеивание слоев картона.

Таблица 1 — Показатели качества картона с белым верхним слоем

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
1	Масса картона площадью 1м ² , г	150±	по ГОСТ 13199-88
2	Толщина, мкм	200±	по ГОСТ 27015-86
3	Абсолютное сопротивление продавливанию, кПа, не менее	650	по ГОСТ 13525.8-86
4	Поверхностная впитываемость воды при одностороннем смачивании (Кобб ₆₀), г/м ² : - по верхней стороне, не более - по сеточной стороне	35 35 — 60	по ГОСТ 12605-82
5	Относительное разрушающее усилие при сжатии кольца в поперечном направлении, кН/м, не менее	1,3	по ГОСТ 10711-74
6	Прочность при сжатии на коротком расстоянии, кН/м	2,4	по ТУ

Окончание табл.1

№ п/п	Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
7	Прочность поверхности печатной стороны по Деннисону	16	по ТУ
8	Белизна верхнего слоя, %, не менее - с оптическим отбеливателем - без оптического отбеливателя	80 70	по ГОСТ 30113-94
9	Шероховатость верхней стороны по Бендтсену, мл/мин	700	по ГОСТ 7933-89
10	Энергия межслоевых связей по Скотту, Дж/м ² , не менее	250	по ГОСТ 7933-89
11	Влажность, %	6 — 9	по ГОСТ 13525.19-91

1.2. Показатели качества волокнистых полуфабрикатов и основных химикатов

Таблица 2 — Характеристика исходного сырья и химикатов

Наименование сырья, материалов	Показатели по нормативной документации
Макулатура	<p>Массовая доля примесей макулатуры других марок:</p> <p>5 %</p> <p>10 %</p>
	<p>Массовая доля загрязнений макулатуры:</p> <p>0,5 %</p> <p>1,0 %</p> <p>Влажность макулатуры не более 15,0 %</p>
<p>Мел природный тонкодисперсный марки МН ПБ-2</p>	<p>Массовая доля влаги, не более 10 %</p> <p>Белизна, не менее 84 %</p> <p>остаток на сите, %, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - на сите с сеткой № 02 — 0,05; - на сите с сеткой № 009 — 0,40 <p>Массовая доля водорастворимых веществ, не более 0,1 %</p>

Наименование сырья, материалов	Показатели по нормативной документации
<p>Нейтральный клей «Hydrores 350 M» (водная дисперсия АКД)</p>	<p>Внешний вид — эмульсия молочно-белого цвета Содержание сухого вещества — 15,6÷17,4% Плотность (при 25 °С) — 1000 кг/м³ Вязкость (при 25 °С), не более 50 МПа·с рН — 3,2÷4,2 Характер заряда — катионный</p>
<p>Крахмал «EmcatCF/T» (внутримассный)</p>	<p>Внешний вид — белый порошок Влажность — 19,5 % Содержание азота — 0,38 % рН (раствор 1:1,5) — 7,5 Степень замещения — 0,044 Характер заряда — катионный</p>
<p>Крахмал окисленный «Етох-ТО 2540» (для поверхностной проклейки)</p>	<p>Внешний вид — белый кристаллический порошок Влажность — ≤ 14,0 % рН (раствор 1:1,5) — 5,5÷7,0</p> <hr/> <p>Вязкость по Брукфильду (20 % суспензии, 50 °С) — ≤ 80 МПа·с Температура клейстеризации - 55÷60 °С Характер заряда – анионный</p>

Наименование сырья, материалов	Показатели по нормативной документации
Смола «Кюмене» (водный раствор катионной полиаминоэпихлоргидридной смолы)	Внешний вид — жидкость янтарного цвета Содержание сухого вещества — $27,0 \pm 0,5$ % рН — $2,5 \div 3,0$ Плотность при 25 °С — 1100 кг/м ³ Характер заряда — катионный
Бикарбонат натрия (NaHCO ₃)	Содержание основного вещества — 99 % Содержание карбоната — 0,5 % Содержание хлоридов — 0,005 % Содержание кальция, не более 0,02 % Влажность, не более 0,1 %
Флокулянт «Праестол 851 ВС» (катионный полиакриламид)	Внешний вид — белый сыпучий порошок Насыпная плотность — 550÷650 кг/м ³ Динамическая вязкость 1 % раствора в 10%-м растворе NaCl, не менее 550 мПа·с Массовая доля остаточного акриламида, не более 0,1 %

2. РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

В качестве примера приведены расчеты по фабрике в составе одной картоноделательной машины необрезной шириной 6,4 м, вырабатывающей двухслойный картон для плоских слоев гофрированного картона с белым верхним слоем с массой 1 м² — 142 г на скорости 850 м/мин. Все необходимые данные для расчета взяты из соответствующих ГОСТов, ТУ российских производителей данной продукции и Норм технологического проектирования ведущих проектных организаций России и мира (НТП). При определении производительности картоноделательной машины рассчитываются:

- максимальная расчетная часовая производительность машины брутто при безобрывной работе — $Q_{ч.бр}$;
- максимальная расчетная выработка машины при безобрывной работе в течение 24 ч — $Q_{с.бр}$;
- среднесуточная производительность машины нетто — $Q_{с.н}$;
- годовая производительность машины — $Q_{год}$.

$$Q_{ч.бр} = 0,06 \cdot B_n \cdot V_{ср} \cdot g, \text{ кг/ч};$$

$$Q_{с.бр} = \frac{Q_{ч.бр}}{1000} \cdot 24, \text{ т/сут};$$

$$Q_{с.н} = Q_{с.бр} \cdot K_{эф}, \text{ т/сут};$$

$$Q_{год} = \frac{Q_{с.н}}{1000} \cdot 345, \text{ тыс. т/год},$$

где 0,06 — коэффициент для перевода граммов в килограммы и минуты в часы;

B_n — ширина полотна картона на накате, м;

$V_{ср}$ — рабочая расчетная скорость машины, м/мин;

g — масса 1 м² картона, г;

$K_{эф}$ — общий коэффициент эффективности использования картоноделательной машины;

345 — расчетное число дней работы картоноделательной машины в году.

Коэффициент эффективности рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{эф}} = K_{\text{в}} + K_{\text{х}} + K_{\text{т}},$$

где $K_{\text{в}}$ — коэффициент использования рабочего времени машины при производстве картона;

$K_{\text{х}}$ — коэффициент, учитывающий брак на машине и холостой ход машины ($K_{\text{о}}$), срывы на продольно-резательном станке ($K_{\text{р}}$) и срывы на суперкаландре ($K_{\text{с}}$):

$$K_{\text{х}} = K_{\text{о}} + K_{\text{р}} + K_{\text{с}};$$

$K_{\text{т}}$ — технологический коэффициент использования скорости картоноделательной машины, учитывающий возможные ее колебания, связанные с качеством полуфабрикатов и другими технологическими факторами.

$$B_{\text{н}} = 6,4 \text{ м}; V_{\text{ср}} = 850 \text{ м/мин}; g = 142 \text{ г/м}^2; K_{\text{эф}} = 0,9.$$

$$Q_{\text{ч.бр}} = 0,06 \cdot 6,4 \cdot 850 \cdot 142 = 46348,8 \text{ кг/ч},$$

$$Q_{\text{с.бр}} = \frac{46348,8}{1000} \cdot 24 = 1112,37 \text{ т/сут},$$

$$Q_{\text{сн}} = 1112,37 \cdot 0,9 = 1001,13 \text{ т/сут},$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{1001,13}{1000} \cdot 345 = 345,39 \text{ тыс т/год}.$$

3. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО МАССОПОДГОТОВИТЕЛЬНОМУ ОТДЕЛУ

Таблица 3 — Композиция картона по слоям

Слой	Масса 1 м ² слоя, г	Композиция
Верхний	60	30 % Сульфатная белёная хвойная целлюлоза 70 % Сульфатная белёная лиственная целлюлоза
Нижний	82	100 % Сульфатная небелёная лиственная целлюлоза

3.1. Расчет расхода свежих полуфабрикатов

Расчет свежих полуфабрикатов для производства картона рассчитывается по формуле:

$$P_c = \frac{1000 - B - \frac{1000 - B}{100} \cdot Z - 0,75 \cdot K - 0,6 \cdot K_p - 1,0 \cdot K_{p.пов}}{0,88} + П, \text{ кг},$$

где P_c — расход свежего воздушно-сухого полуфабриката на 1 т картона, кг ;

B — влага, содержащаяся в 1 т картона, кг ;

Z — зольность картона, % ;

0,75 — коэффициент, учитывающий удержание клея в картоне, % ;

K — расход клея на 1 т картона, кг ;

0,6 — коэффициент, учитывающий удержание крахмала для внутримассной проклейки в картоне, % ;

K_p — расход крахмала для внутримассной проклейки 1 т картона, кг ;

1,0 — коэффициент, учитывающий удержание крахмала для поверхностной проклейки, % ;

$K_{p\text{ пов}}$ — расход крахмала для поверхностной проклейки на 1 т картона, кг ;

0,88 — коэффициент перевода из абсолютно-сухого в воздушно-сухое состояние;

Π — безвозвратные потери (промой) волокна 12 % влажности на 1 т картона, кг.

Для расчета принимаем:

$B = 60$ кг; $Z = 3,0$ %; $K = 5$ кг; $K_p = 8$ кг; $K_{p\text{ пов}} = 8$ кг; $\Pi = 10$ кг .

$$P_c = \frac{1000 - 60 - \left(\frac{1000-60}{100} 3\right) - 0,75 \times 5 - 0,6 \cdot 8 - 1,0 \cdot 8}{0,88} + 1 = 1027,33 \text{ кг.}$$

Расход целлюлозы на 1 т картона по слоям составляет (40 % — верхний слой, 60 % — нижний слой).

Для верхнего слоя:

$$1027 \times 0,4 = 411 \text{ кг,}$$

из которых:

сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$411 \times 0,3 = 123 \text{ кг,}$$

сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$411 \times 0,7 = 287 \text{ кг.}$$

Для нижнего слоя:

$$1027 \times 0,6 = 616 \text{ кг.}$$

Для обеспечения максимальной суточной производительности картоноделательной машины расход полуфабрикатов составляет:

На верхний слой:

$$0,411 \times 1112,37 = 457 \text{ т,}$$

из которых:

сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$457 \times 0,3 = 91,8 \text{ т,}$$

сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$457 \times 0,7 = 320 \text{ т.}$$

На нижний слой:

$$0,616 \times 1112,37 = 685,2 \text{ т.}$$

Для обеспечения суточной производительности нетто картоноделательной машины расход полуфабрикатов составляет:

На верхний слой:

$$0,411 \times 1001,13 = 411,46 \text{ т,}$$

из которых:

сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$411,46 \times 0,3 = 123,44 \text{ т,}$$

сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$411,46 \times 0,7 = 288 \text{ т.}$$

На нижний слой:

$$0,616 \times 1001,13 = 616,69 \text{ т.}$$

Для обеспечения годовой производительности картоноделательной машины и фабрики расход полуфабрикатов составляет:

На верхний слой:

$$0,411 \times 345,39 = 142 \text{ тыс. т,}$$

из которых:

сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$142 \times 0,3 = 42,6 \text{ т,}$$

сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$142 \times 0,7 = 99,4 \text{ т.}$$

На нижний слой:

$$0,616 \times 345,39 = 212,76 \text{ тыс. т.}$$

Таблица 4 — Сводные данные производства картона и расхода свежих волокнистых полуфабрикатов

Виды картона и волокнистых полуфабрикатов	Удельный расход волокна на 1 т картона (т)	Производительность КДМ (фабрики)			
		час $Q_{ч.бр}$	сутки		год $Q_{год}$
			при безобрывной работе $Q_{с.бр}$	с учётом $K_{эф}$ $Q_{е.м}$	
		тонн	тонн	тонн	тыс. тонн
Картон с белым верхним слоем	1,027	46,3	1112,37	1,00113	345,3
Сульфатная белёная хвойная целлюлоза	0,123	3,83	137	123,44	42,6
Сульфатная белёная лиственная целлюлоза	0,287	15,3	320	288	99,4
Сульфатная небелёная хвойная целлюлоза	0,616	28,68	685,2	616,69	212,7

3.2 Расчет и выбор размалывающего оборудования

Расчет количества размалывающего оборудования произведен на основе максимального потребления полуфабрикатов и 24 — часовой нагрузки оборудования в сутки. Максимальный расход воздушно-сухого волокна составляет 1135,4 — из них (табл. 4):

- сульфатная белёная хвойная целлюлоза 137 т/сут;
- сульфатная белёная лиственная целлюлоза 320 т/сут;
- сульфатная небелёная хвойная целлюлоза 685,2 т/сут.

При расчете количества размалывающего оборудования исходят из положений:

- размол волокнистых полуфабрикатов проводится отдельно;
- эффект размола примерно пропорционален расходу электроэнергии.

Расход электроэнергии на размол рассчитывается по формуле:

$$E = e \times P_c \times (b - a), \text{ кВт'ч/сут,}$$

где e — удельный расход электроэнергии, кВт'ч/(1 т×1 °ШР);

P_c — количество воздушно-сухого полуфабриката подлежащего размолу, т;

a — степень помола полуфабриката до размола, °ШР ;

b — степень помола массы после размола, °ШР .

Суммарная мощность электродвигателей мельниц рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{E}{\eta \times z}, \text{ кВт,}$$

где η — коэффициент загрузки электродвигателя (равен 0,80 — 0,90);

z — количество часов работы оборудования в сутки (24 ч).

Мощность электродвигателей мельниц (рафинеров) по ступеням размола рассчитывается следующим образом:

$$N_I = N \times \frac{X_I}{100}, \text{ кВт — для I ступени;}$$

$$N_{II} = N \times \frac{X_{II}}{100}, \text{ кВт} - \text{ для II степени,}$$

$$N_I = N_{II},$$

где X_I и X_{II} — распределение электроэнергии соответственно на I и II степени размола, % .

Необходимое количество мельниц (рафинеров) для I и II степени размола составит:

$$n_I = \frac{N_I}{N_{IM}} \quad \text{и} \quad n_{II} = \frac{N_{II}}{N_{IIM}},$$

где N_{IM} и N_{IIM} — мощность электродвигателей мельниц (рафинеров), предусматриваемых к установке на I и II ступенях размола, кВт.

С целью уменьшения затрат на ремонт и обслуживание рекомендуется принимать к установке размалывающее оборудование как можно с меньшим количеством типоразмеров.

В соответствии с принятой технологической схемой процесс размола осуществляется в дисковых мельницах и конических мельницах (рафинерах) при концентрации 3 — 4%. Начальная и конечная степень помола волокнистых полуфабрикатов представлена в табл. 5.

Таблица 5 — Значение степени помола волокнистых полуфабрикатов до и после размола

Вид волокнистого полуфабриката	Степень помола, °ШР	
	до размола	после размола
Сульфатная белёная хвойная целлюлоза	15	35
Сульфатная белёная лиственная целлюлоза	16	30
Сульфатная небелёная хвойная целлюлоза	12	25

Удельный расход электроэнергии на размол волокнистых полуфабрикатов на конических рафинерах составляет 6 кВт'ч/(1 т×1 °ШР).

3.2.1 Поток верхнего слоя

Расход электроэнергии для размола составляет:

Белёная хвойная:

$$E_1 = 16 \times 137 \times (35 - 15) = 43840 \text{ кВт} \times \text{ч/сут.}$$

Белёная лиственная:

$$E_2 = 14 \times 320 \times (30 - 16) = 62720 \text{ кВт} \times \text{ч/сут.}$$

Для обеспечения этого расхода электроэнергии необходимо иметь суммарную мощность электродвигателей установленных мельниц:

Для белёной хвойной целлюлозы:

$$N_1 = \frac{43840}{0,85 \times 24} = 2149 \text{ кВт.}$$

Для белёной лиственной целлюлозы:

$$N_2 = \frac{62720}{0,85 \times 24} = 3075 \text{ кВт.}$$

Исходя из этого, расход мощности по ступеням составит:

Для сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$N_{11} = 1074,5 \text{ кВт} \text{ — для I ступени;}$$

$$N_{12} = 1074,5 \text{ кВт} \text{ — для II ступени.}$$

Для сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$N_{21} = 1537,5 \text{ кВт} \text{ — для I ступени;}$$

$$N_{22} = 1537,5 \text{ кВт} \text{ — для II ступени.}$$

Необходимое количество мельниц составляет:

$$n_{11} = \frac{1074,5}{1000} = 1,0745 = 2 \text{ шт;}$$

$$n_{12} = \frac{1074,5}{1000} = 1,0745 = 2 \text{ шт;}$$

$$n_{21} = \frac{1537,5}{1000} = 1,53 = 2 \text{ шт;}$$

$$n_{22} = \frac{1537,5}{1000} = 1,53 = 2 \text{ шт.}$$

С учетом резерва для размола полуфабрикатов верхнего слоя необходимо предусмотреть 9 мельниц.

3.2.2 Поток нижнего слоя

Общее количество необходимой электроэнергии для размола сульфатной небеленой хвойной целлюлозы составляет:

$$E_3 = 6 \times 685,2 \times (25 - 12) = 53445,6 \text{ кВт} \times \text{ч/сут.}$$

Суммарная мощность электродвигателей, установленных на мельницах:

$$N_2 = \frac{53445,6}{0,9 \times 24} = 2474 \text{ кВт.}$$

Необходимое количество мельниц составит:

$$n_2 = \frac{2474}{2600} = 0,95 = 1 \text{ шт.}$$

С учетом резерва для размола сульфатной небеленой хвойной целлюлозы необходимо предусмотреть 2 рафинёра.

3.2.3 Поток оборотного брака

Количество оборотного брака при выработке картона тарного для плоских слоев гофрированного картона в соответствии с НТП составляет 3%.

Количество оборотного брака в сутки составляет:

$$Q_{\text{бр}} = 1112,37 \cdot 0,03 = 33,37 \text{ т.}$$

С учетом отсечек на сетке машины (а) и кромок на продольно-резательном станке (б) дополнительное количество брака подсчитывается по формуле:

$$\frac{(a + б) \times 100}{V_H \times 1000} \%$$

В соответствии с НТП для картона с белым верхним слоем:

$$a = 150 \text{ мм};$$

$$б = 100 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\frac{(150 + 100) \cdot 100}{6,4 \times 1000} = 3,9 \%$$

или

$$1112,4 \times 0,039 = 43,38 \text{ т.}$$

Общее количество оборотного брака, поступающего на переработку, составит:

$$33,37+43,38=76,75 \text{ т.}$$

Для рафинирования оборотного брака предусмотрена установка пульсационной и дисковой мельниц.

Для рафинирования 1 т оборотного брака при выработке проклеенного картона необходимо затратить 40 — 60 кВт·ч.

Суммарный расход электроэнергии на рафинирование оборотного брака и необходимая мощность электродвигателя дисковой мельницы составляют:

$$50 \cdot 76,75 = 3837,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

$$N = \frac{3837,5}{0,85 \times 24} = 188 \text{ кВт.}$$

Предусмотрена установка сдвоенной дисковой мельницы марки МДС-630 в количестве: 1 шт. Оборудование установлено последовательно. Данные по выбранным мельницам заносятся в сводную таблицу размалывающего оборудования (табл. 6).

Таблица 6 — Основные параметры предусмотренных к установке мельниц

Тип	Кол-во, шт.	Производительность по в.с.в., т/сут	Диаметр дисков, мм	Электродвигатель		Габаритные размеры, мм
				мощность, кВт	частота вращения, мин ⁻¹	
МДС-33-1	9	110 — 400	1000	1000	600	5005× 2300×3145
OptiFiner RF-5	2	300 — 800	—	1500 — 2600	330 — 514	—
МДС-630	1	35 — 130	800	315	750	4930× 1940×1400

3.3 Расчет емкости бассейнов

Для обеспечения стабильной, бесперебойной работы технологического потока между отдельными участками потока или между производствами при проектировании рекомендуется предусматривать буферные емкости. Для создания следующего минимального переходящего запаса: запас полуфабрикатов перед картонной фабрикой из расчета обеспечения непрерывной ее работы в течение 8 ч; емкость бассейна-аккумулятора оборотного брака рассчитывается на 1 — 2 ч непрерывных обрывов на КДМ. Емкость размольных, расходных смесительных и машинных бассейнов необходимо принимать по конструктивным соображениям, но не менее чем на 15 — 20 мин работы машины. Расчет емкости бассейна производится, исходя из максимального количества массы, подлежащей хранению, и необходимого времени хранения массы в бассейне по формуле:

$$V = \frac{P \times (100 - W) \times t}{z \times C} \times K.$$

Расчет времени, на которое рассчитан запас массы в бассейне определенной емкости, производится по формуле:

$$t = \frac{V \times z \times C}{P \times (100 - W) \times K},$$

где P — количество воздушно-сухого волокнистого материала, т/сут;

V — объем бассейна, м³;

W — влажность воздушно-сухого волокнистого материала, % (для полуфабрикатов $W = 12$ %, для бумаги и картона $W = 5,8$ %);

t — время хранения массы, ч;

z — количество рабочих часов в сутки (принимается 24 ч);

C — концентрация волокнистой суспензии в бассейне, %;

K — коэффициент, учитывающий неполноту заполнения бассейна ($K = 1,2$).

1. Приемный бассейн сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{137 \times (100 - 12) \times 10}{24 \times 4,5} \cdot 1,2 = 1340 \text{ м}^3.$$

2. Бассейн неразмолотой сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{137 \times (100 - 12) \times 2}{24 \times 4} \times 1,2 = 301 \text{ м}^3.$$

3. Бассейн размолотой сульфатной белёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{137 \times (100 - 12) \times 1,8}{24 \times 3,5} \times 1,2 = 310 \text{ м}^3.$$

4. Приёмный бассейн сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$V = \frac{320 \times (100 - 12) \times 7}{24 \times 5} \times 1,2 = 1971 \text{ м}^3.$$

5. Бассейн неразмолотой сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$V = \frac{320 \times (100 - 12) \times 2}{24 \times 4,5} \times 1,2 = 626 \text{ м}^3.$$

6. Бассейн размолотой сульфатной белёной лиственной целлюлозы:

$$V = \frac{320 \times (100 - 12) \times 1,7}{24 \times 4,0} \times 1,2 = 598 \text{ м}^3.$$

7. Композиционный бассейн верхнего слоя:

$$V = \frac{457 \times (100 - 6) \times 0,5}{24 \times 3,5} \times 1,2 = 287 \text{ м}^3.$$

8. Машинный бассейн верхнего слоя:

$$V = \frac{457 \times (100 - 6) \times 0,45}{24 \times 3,0} \times 1,2 = 302 \text{ м}^3.$$

9. Приёмный бассейн сульфатной небелёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{685 \times (100 - 12) \times 5,3}{24 \times 8} \times 1,2 = 1997 \text{ м}^3.$$

10. Бассейн неразмолотой сульфатной небелёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{685 \times (100 - 12) \times 1,6}{24 \times 4,0} \times 1,2 = 1206 \text{ м}^3.$$

11. Бассейн размолотой сульфатной небелёной хвойной целлюлозы:

$$V = \frac{685 \times (100 - 12) \times 1,4}{24 \times 3,5} \times 1,2 = 1206 \text{ м}^3.$$

12 Бассейн оборотного брака:

$$V = \frac{78,34 \times (100 - 6) \times 1,3}{24 \times 1,5} \times 1,2 = 319 \text{ м}^3.$$

13. Бассейн оборотного брака после сгустителя:

$$V = \frac{78,34 \times (100 - 6) \times 1,4}{24 \times 3,5} \times 1,2 = 245 \text{ м}^3.$$

14. Композиционный бассейн нижнего слоя:

$$V = \frac{762 \times (100 - 6) \times 0,5}{24 \times 3,0} \times 1,2 = 559 \text{ м}^3.$$

15. Машинный бассейн нижнего слоя:

$$V = \frac{762 \times (100 - 6) \times 0,5}{24 \times 2,8} \times 1,2 = 599 \text{ м}^3.$$

3.3.1 Унификация бассейнов (перерасчёт)

1) $t_1 = \frac{2000 \cdot 24 \cdot 4,5}{137 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 14,9 \text{ ч.}$

2) $t_2 = \frac{320 \cdot 24 \cdot 4}{137 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 2,1 \text{ ч.}$

3) $t_3 = \frac{320 \cdot 24 \cdot 3,5}{137 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 1,9 \text{ ч.}$

4) $t_4 = \frac{2000 \cdot 24 \cdot 5}{320 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 7,1 \text{ ч.}$

5) $t_5 = \frac{630 \cdot 24 \cdot 4,5}{320 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 2 \text{ ч.}$

6) $t_6 = \frac{630 \cdot 24 \cdot 4}{320 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 1,8 \text{ ч.}$

7) $t_7 = \frac{320 \cdot 24 \cdot 3,5}{457 \cdot (100 - 6) \cdot 1,2} = 0,56 \text{ ч.}$

8) $t_8 = \frac{320 \cdot 24 \cdot 3}{457 \cdot (100 - 6) \cdot 1,2} = 0,48 \text{ ч.}$

9) $t_9 = \frac{2000 \cdot 24 \cdot 8}{685,2 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 8 \text{ ч.}$

10) $t_{10} = \frac{1250 \cdot 24 \cdot 4}{685,2 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 2,5 \text{ ч.}$

11) $t_{11} = \frac{1250 \cdot 24 \cdot 3,5}{685,2 \cdot (100 - 12) \cdot 1,2} = 2,2 \text{ ч.}$

$$12) \quad t_{12} = \frac{320 \cdot 24 \cdot 1,5}{78,34 \cdot (100-6) \cdot 1,2} = 1,3 \text{ ч.}$$

$$13) \quad t_{13} = \frac{250 \cdot 24 \cdot 3,5}{78,34 \cdot (100-6) \cdot 1,2} = 2,4 \text{ ч.}$$

$$14) \quad t_{14} = \frac{630 \cdot 24 \cdot 3}{762 \cdot (100-6) \cdot 1,2} = 0,56 \text{ ч.}$$

$$15) \quad t_{15} = \frac{630 \cdot 24 \cdot 2,8}{762 \cdot (100-6) \cdot 1,2} = 0,53 \text{ ч.}$$

Таблица 7 — Унификация объёмов бассейнов

Наименование	Расчёт		Унификация			Мощность электродвигателя циркуляционного устройства, кВт
	время запаса массы, ч	объём бассейна, м ³	объём бассейна, м ³	диаметр, м	время запаса массы, ч	
Приёмный бассейн сульфатной белёной хвойной целлюлозы	10	1340	2000	10	14,9	45 — 90
Приёмный бассейн сульфатной белёной лиственной целлюлозы	7	1971	2000	10	7,1	45 — 90
Приёмный бассейн сульфатной небелёной хвойной целлюлозы	5,3	1997	2000	10	8	45 — 90

Наименование	Расчёт		Унификация			Мощность электро- двигателя цирку- ляционно- го устрой- ства, кВт
	время запаса массы, ч	объём бассей- на, м ³	объём бассей- на, м ³	диаметр, м	время запаса массы, ч	
Бассейн нераз- молотой сульф- фатной белёной хвойной цел- люлозы	2	301	320	6,4	2,1	15 — 30
Бассейн размо- лотой сульфат- ной белёной хвойной цел- люлозы	1,8	310	320	6,4	1,9	15 — 30
Бассейн нераз- молотой сульф- фатной белёной лиственной целлюлозы	2	626	630	8	2	37 — 75

Наименование	Расчёт		Унификация			Мощность электродвигателя циркуляционного устройства, кВт
	время запаса массы, ч	объём бассейна, м ³	объём бассейна, м ³	диаметр, м	время запаса массы, ч	
Бассейн размолотой сульфатной белёной лиственной целлюлозы	1,7	569	630	8	1,8	37 — 75
Бассейн неразмолотой небелёной хвойной целлюлозы	1,6	1206	1250	10	1,8	45 — 90
Бассейн размолотой небелёной хвойной целлюлозы	1,4	1206	1250	10	1,6	45 — 90
Композиционный бассейн верхнего слоя	0,5	287	320	6,4	0,56	15 — 30

Наименование	Расчёт		Унификация			Мощность электродвигателя циркуляционного устройства, кВт
	время запаса массы, ч	объём бассейна, м ³	объём бассейна, м ³	диаметр, м	время запаса массы, ч	
Композиционный бассейн нижнего слоя	0,5	559	630	8	0,56	37 — 75
Машинный бассейн верхнего слоя	0,45	302	320	6,4	0,48	15 — 30
Машинный бассейн нижнего слоя	0,5	599	630	8	0,53	37 — 75
Бассейн оборотного брака	1,3	319	320	6,4	1,3	15 — 30
Бассейн оборотного брака после сгущения	1,4	245	250	6,4	2,4	15 — 30

3.4 Расчет и выбор массных насосов

Выбор насоса производится, исходя из полного напора массы и его производительности.

Расчет полного напора насоса производится после выполнения компоновочных чертежей и точного определения местонахождения насоса. При этом необходимо составить схему трубопроводов с указанием их длины и всех местных сопротивлений (тройников, переходов, отводов и т.д.).

Принцип расчета необходимого напора, который должен создавать насос, и значение коэффициентов местных сопротивлений приведены в специальной литературе. Обычно для перекачивания волокнистых суспензий в пределах массоподготовительного отдела насос должен обеспечить напор 15 — 25 м.

Производительность насоса рассчитывается по формуле:

$$Q_H = Q_M \times 1,3, \frac{M^3}{Ч};$$
$$Q_M = \frac{P \times (100 - W)}{z \times C}, \frac{M^3}{Ч};$$

где P — количество воздушно-сухого волокнистого материала, т/сут;

W — влажность воздушно-сухого волокнистого материала, %;

z — количество рабочих часов в сутки (принимается 24 ч);

C — концентрация волокнистой суспензии на нагнетающей линии насоса, %;

1,3 — коэффициент, учитывающий запас производительности насоса.

Таблица 8 — Сокращения принятые в методическом указании

БХЦ	сульфатная белёная хвойная целлюлоза
БЛЦ	сульфатная белёная лиственная целлюлоза
НБХЦ	сульфатная небелёная хвойная целлюлоза
ОБ	оборотный брак

Производительность насоса, подающего БХЦ в бассейн неразмолотой массы:

$$Q_H = \frac{137 \times (100 - 12)}{24 \times 4,5} \times 1,3 = 145 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего БХЦ на размол:

$$Q_H = \frac{137 \times (100 - 12)}{24 \times 4,0} \times 1,3 = 163 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего БХЦ в композиционный бассейн верхнего слоя:

$$Q_H = \frac{137 \times (100 - 12)}{24 \times 3,5} \times 1,3 = 187 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего БЛЦ в бассейн неразмолотой массы:

$$Q_H = \frac{320 \times (100 - 12)}{24 \times 5} \times 1,3 = 305 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего БЛЦ на размол:

$$Q_H = \frac{320 \times (100 - 12)}{24 \times 4,5} \times 1,3 = 339 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего БЛЦ в композиционный бассейн верхнего слоя:

$$Q_H = \frac{320 \times (100 - 12)}{24 \times 4,0} \times 1,3 = 381 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего композицию размолотых БХЦ с БЛЦ в верхний машинный бассейн:

$$Q_H = \frac{457 \times (100 - 6)}{24 \times 4} \times 1,3 = 545 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего композицию из верхнего машинного бассейна в УВК:

$$Q_H = \frac{457 \times (100 - 6)}{24 \times 3,5} \times 1,3 = 622 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего НБХЦ в бассейн неразмолотой массы:

$$Q_H = \frac{685,2 \times (100 - 12)}{24 \times 8} \times 1,3 = 408 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего НБХЦ на размол:

$$Q_H = \frac{685,2 \times (100 - 12)}{24 \times 4,0} \times 1,3 = 817 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего НБХЦ в композиционный бассейн нижнего слоя:

$$Q_H = \frac{685,2 \times (100 - 12)}{24 \times 3,5} \times 1,3 = 933 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего ОБ от КДМ на сгуститель:

$$Q_H = \frac{78,34 \times (100 - 6)}{24 \times 1,5} \times 1,3 = 266 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего ОБ от КДМ на размол:

$$Q_H = \frac{78,34 \times (100 - 6)}{24 \times 3,5} \times 1,3 = 114 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего композицию размолотых НБХЦ с ОБ в нижний машинный бассейн:

$$Q_H = \frac{762 \times (100 - 6)}{24 \times 3} \times 1,3 = 1211 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Производительность насоса, подающего композицию из нижнего машинного бассейна в УВК:

$$Q_H = \frac{762 \times (100 - 6)}{24 \times 2,8} \times 1,3 = 1297 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Таблица 9 — Основные характеристики насосов

Марка насоса	Кол-во, шт	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Частота, мин ⁻¹
БМ 190/45	4	190	45	55	1500
БМ 355/63	3	315	63	110	1500
БМ 475/31,5	2	475	31,5	75	1500
БМ 800/50	2	800	50	200	1500
БМ 900/31,5	1	900	31,5	160	1000
БМ 1500/45	3	1500	45	400	1000

3.5 Выбор сгустителя оборотного брака

На выбор типа сгустителя для установки в технологической схеме массоподготовительного отдела определяющими факторами являются следующие параметры:

- концентрация поступающей массы;
- концентрация массы, необходимая по регламенту, после сгущения;
- водоудерживающая способность массы;
- производительность сгустителя;
- общие габаритные размеры.

Таблица 10 — Характеристики сгустителя типа СБ-32

1	Производительность по в.с.в., т/сут		40 — 130
2	массовая концентрация, г/л:	поступающей суспензии	5 — 30
		сгущенного полуфабриката	30 — 55
3	площадь сетки цилиндра, м ²		32
4	мощность электродвигателя привода сеточного цилиндра, кВт		22
5	условный проход штуцера подвода суспензии, мм		300
6	габаритные размеры, мм	длина	6100
		ширина	3750
		высота	3390
7	масса комплекта поставки, кг		13100

4. ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ЦЕХУ ХИМИКАТОВ

Приведенные расчеты относятся к цеху химикатов фабрики по производству картона для плоских слоев гофрокартона с белым верхним слоем с установкой одной картоноделательной машины производительностью 1135,4 т/сут при безобрывной работе.

Таблица 11 — Расход основных химических веществ на производство 1 т картона

№	Наименование	Ед. измерения	Принято	Назначение
1	Мел природный тонкодисперсный марки МПНБ-2	кг/т	150	Улучшение печатных свойств, оптических показателей, равномерности макроструктуры. Замена растительного беленого волокна
2	Нейтральный клей «Hydrores 350 М» (водная дисперсия АКД)	кг/т	5,0	Для проклейки в массе с целью придания бумаги или картону ограниченной гидрофобности
3	Крахмал «EmcatCF/Т» (внутримассный)	кг/т	8	Для повышения прочности картона, способствует удержанию мелкого волокна и наполнителя

№	Наименование	Ед. измерения	Принято	Назначение
4	Крахмал окисленный (для поверхностной проклейки) «ЕмохТО 2540»	кг/т	8	Для повышения прочности поверхности и устойчивости к трению. Осуществляется на клейльном прессе
5	Смола «Кюмене» (водный раствор катионной полиаминноэпихлоргидринной смолы)	кг/т	1,0	Для придания картону влагопрочности
6	Бикарбонат натрия (NaHCO_3)	кг/т	5,0	Для регулирования рН
7	Флокулянт «Праестол 851 ВС» (катионный полиакриламид)	кг/т	0,4	Для удержания мелкого волокна и наполнителя

Расход химикатов по фабрике в сутки составляет:

Мел природный тонкодисперсный МПНБ-2

$$150 \times 457 = 68550 \text{ кг.}$$

Нейтральный клей «Hydrores 350 M»

$$5,0 \times 1112 = 5560 \text{ кг.}$$

Крахмал «Emcat CF/T»:

$$8 \times 1112 = 8896 \text{ кг.}$$

Крахмал окисленный «Емох ТО 2540»:

$$8 \times 1112 = 8896 \text{ кг.}$$

Смола «Кюмене»:

$$1,0 \times 1112 = 1112 \text{ кг.}$$

Бикарбонат натрия:

$$5,0 \times 1112 = 5560 \text{ кг}$$

Флокулянт «Праестол 851 ВС»:

$$0,4 \times 1112 = 445 \text{ кг.}$$

Расход химикатов по фабрике в год составляет:

Мел природный тонкодисперсный МПНБ-2:

$$68,55 \times 345 = 23650 \text{ т.}$$

Нейтральный клей «Hydrores 350 М»:

$$5,56 \times 345 = 1918 \text{ т.}$$

Крахмал «Emcat CF/T»:

$$8,896 \times 345 = 3069 \text{ т.}$$

Крахмал окисленный «Емох ТО 2540»:

$$8,896 \times 345 = 3069 \text{ т.}$$

Смола «Кюмене»:

$$1,112 \times 345 = 383,64 \text{ т.}$$

Бикарбонат натрия:

$$5,56 \times 345 = 1918,2 \text{ т.}$$

Флокулянт «Праестол 851 ВС»:

$$0,445 \times 345 = 154 \text{ т.}$$

Таблица 12 — Суточный и годовой расход химикатов по фабрике

№ п/п	Наименование	Расход, т.	
		в сутки	в год
1	Мел природный тонкодисперсный марки МПНБ-2	68,550	23650
2	Нейтральный клей «Hydrores 350 М» (водная дисперсия АКД)	5,560	1918
3	Крахмал «EmcatCF/T» (внутримассный)	8,896	3069
4	Крахмал окисленный (для поверхностной проклейки) «ЕмохТО 2540»	8,896	3069
5	Смола «Кюмене» (водный раствор катионной полиаминоэпихлоргидринной смолы)	1,112	383,64
6	Бикарбонат натрия (NaHCO ₃)	5,560	1918,2
7	Флокулянт «Праестол 851 ВС» (катионный полиакриламид)	0,445	154

5. ОБОРУДОВАНИЕ

5.1. Мельницы дисковые

Мельницы дисковые предназначены для размола и выравнивания различных волокнистых полуфабрикатов при производстве бумаги и картона. Мельницы рассчитаны на работу под избыточным давлением до 0,4 Мпа, при температуре не выше 90 °С. Зона размола образована неподвижным (статорным) диском, закрепленным на внутренней стенке размольной камеры, и вращающимся диском ротора. На дисках установлена размалывающая гарнитура в виде секторов с необходимыми размерами, конфигурацией и количеством ножей. Вал ротора установлен на подшипниковых опорах. Регулирование зазора между вращающимся и неподвижным дисками осуществляется за счет осевого перемещения ротора с помощью механизма присадки. Механизм присадки снабжен электроприводом и маховичком ручного привода.

Таблица 13 — Параметры и типоразмеры дисковых мельниц

Параметры	МД-500	МД-630	МД-25-3	МД-31-2
Производительность по в.с.в. (воздушно-сухого волокна), т/сут	10 — 35	20 — 65	35 — 130	50 — 210
Концентрация волокна, %	2 — 5	2 — 5	2 — 5	2 — 5
Диаметр дисков гарнитуры, мм	500	630	800	1000

Параметры	МД-500	МД-630	МД-25-3	МД-31-2
Электродвигатель привода ротора:				
- мощность, кВт	90 — 110	132	315	500
- частота вращения, мин ⁻¹	750 — 1000	600	750	600
-напряжение, В	380	380	6000	6000
Условный проход DN, мм:				
- штуцер подвода массы	100	100	150	150
- штуцер отвода массы	80	100	150	150
Габаритные размеры, мм:				
- длина	2850	3500	4930	5080
- ширина	860	1090	1940	1820
- высота	1075	1040	1400	1570
Масса, кг	3280	4415	11050	13470

5.2. Мельницы дисковые сдвоенные

Особенность данных мельниц — это то, что они имеют две зоны размола. Зоны размола образованы неподвижным и подвижным статорными дисками с вращающимся между ними диском ротора. Полуфабрикат подается в зоны размола и выходит из них под давлением. Регулирование зазора между дисками осуществляется с помощью механизма присадки. Механизм присадки снабжен электроприводом и маховичком ручного привода. Вал ротора установлен на подшипниках качения в стакане. Подшипниковые узлы ротора разгружены от осевых сил и имеют упрощенную конструкцию.

Таблица 14 — Параметры и типоразмеры дисковых сдвоенных мельниц

Параметры	МДС-630	МДС-24	МДС-33-1
Производительность по в.с.в., т/сут	35 — 120	70 — 240	110 — 400
Концентрация волокна, %	2 — 5	2 — 5	2 — 5
Диаметр дисков гарнитуры, мм	630	800	1000
Электродвигатель привода ротора:			
- мощность, кВт,	315	630	1000
- частота вращения, мин ⁻¹ ,	750	750	600
-напряжение, В	6000	6000	6000
Условный проход DN, мм:			
- штуцер подвода массы,	150	150	200
- штуцер отвода массы	125	150	150

Параметры	МДС-630	МДС-24	МДС-33-1
Габаритные размеры, мм:			
-длина	3980	4095	5005
-ширина	1485	1780	2300
-высота	1350	1500	3145
Масса, кг	8200	11070	17640

5.3. Конические мельницы (рафинеры) OptiFiner

Рафинеры предназначены для размола различных волокнистых полуфабрикатов, в том числе, макулатурной массы. Конструктивные особенности обеспечивают более длительное нахождение массы в зоне размола. Большая поверхность размола и высокая секундная режущая длина ножей мельницы обеспечивают равномерный фибриллирующий размол, что позволяет получать бумагу с высокими физико-механическими характеристиками.

Таблица 15 — Техническая характеристика конических рафинеров

Параметры	RF-0	RF-1	RF-2	RF-3	RF-4	RF-5
Производительность по в.с.в., т/сут	5 - 50	5 - 150	25 - 250	50 - 350	100 - 500	300 - 800
Концентрация волокна, %	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6	2 - 6
Мощность электродвигателя, кВт	90 - 110	150 - 300	300 - 500	400 - 800	800 - 1500	1500 - 2600

Параметры	RF-0	RF-1	RF-2	RF-3	RF-4	RF-5
Частота вращения, мин ⁻¹	900 - 1800	720 - 1200	600 - 900	514 - 720	450 - 600	330 - 514
Вес без двигателя, кг	780	1300	2600	3700	6700	11000
Размер А, мм	1508	1765	2200	2350	2775	2860
Размер В, мм	810	850	960	1100	1300	1680
Размер С, мм	320	400	500	600	700	950
Размер D, мм	720	900	1070	1350	1620	2030

5.4. Бассейны с горизонтальным перемешивающим устройством

Бассейны с горизонтальным перемешивающим устройством предназначены для приема, перемешивания и хранения целлюлозной, бумажной, древесной, макулатурной массы и оборотной воды с массовой долей волокна до 5 % в технологических потоках ЦБП. Бассейн состоит из сварного цилиндрического корпуса с вваренными в него технологическими штуцерами, плоской крыши, укрепленной ребрами жесткости, и перемешивающего устройства с приводом.

Таблица 16 — Параметры и типоразмеры бассейнов с горизонтальным перемешивающим устройством

Параметры	—	—	204- 135А	204- 135А- 01	204- 135А- 02	204- 135А- 10	204- 135А- 11	204- 135А- 12
Вместимость номинальная, м ³	50	100	200	180	145	200	180	145
Диаметр бас- сейна, мм	4000	5000	7000					

Параметры	—	—	204-135А	204-135А-01	204-135А-02	204-135А-10	204-135А-11	204-135А-12
Масса в.с.в. в бассейне, т, не более	2,9	5,8	8,04	7,245	5,83	11,58	10,42	8,39
Массовая доля волокна, %	5	5	3,5			5		
Мощность потребляемая, кВт, не более	24	30	44			72		
Габаритные размеры, мм:								
-длина	600	7500	8890	8890	8890	8980	8980	8980
-ширина	4500	5500	7500	7500	7500	7500	7500	7500
-высота	5100	6100	7077	6617	5617	7077	6617	5617
Масса бассейна, кг	8200	12600	18330	17670	16210	19190	18530	17070

5.5. Бассейны для массы высокой концентрации

Бассейны предназначены для аккумуляции волокнистой суспензии с массовой долей волокна до 12 % с разбавлением ее в нижней части до 1,5 — 4,5 %. Хранение массы в бассейне производится при гидростатическом давлении. Бассейны могут использоваться в качестве вымывных бассейнов для приемки целлюлозной массы из варочных котлов при температуре ниже 100 °С.

Бассейн состоит из корпуса, перемешивающего устройства с приводом, разбавительного устройства и разбрызгивателя массы.

Таблица 17 — Параметры и типоразмеры бассейнов для массы высокой концентрации

Параметры	204-32	204-62	204-174	204-177
Номинальная вместимость, м ³	320	630	1250	2000
Диаметр бассейна, мм	6400	8000	10000	10000
Высота бассейна, мм	13000	18530	21650	32680
Материал корпуса для среды pH=2,5-6 pH=7-14	20K+10X17H13M2T 20K+12X18H10T			
Перемешивающее устройство: -диаметр винта, мм -мощность электродвигателя, кВт	900 15 — 30	1250 37 — 75	1500 45 — 90	
Масса бассейна, т				
-с разбрасывателем массы	—	—	120	165
-без разбрасывателя массы	28	72	115	160

5.6. Насосы типа БМ

Насосы типа БМ — центробежные консольные одноступенчатые с горизонтальным расположением вала и осевым подводом жидкости. Перекачиваемая среда: бумажная масса и древесноволокнистые полуфабрикаты концентрацией до 8 % с pH от 2 до 13, температурой до 100 °С. Проточная часть насосов изготавливается из нержавеющей стали, стойкой в кислых и щелочных средах.

Таблица 18 — Параметры и типоразмеры насосов БМ

Параметры	Подача м ³ /ч	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	Масса агрегата, кг
БМ 40/16	40	16	5,5	1500	255
БМ 56/31,5	56	31,5	11	1500	314
БМ 67/22,4	67	22,4	11	1500	295
БМ 80/15	80	15	7,5	1000	522
БМ 118/31,5	118	31,5	22	1500	605
БМ 125/20	125	20	18,5	1000	651
БМ 190/45	190	45	55	1500	836
БМ 236/28	236	28	37	1000	1214
БМ 315/15	315	15	30	1000	1134
БМ 355/63	355	63	110	1500	1662
БМ 475/31,5	475	31,5	75	1500	1333

Параметры	Подача м ³ /ч	Напор, м	Мощность двигателя, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	Масса агрегата, кг
БМ 530/22,4	530	22,4	75	1000	2201
БМ 800/50	800	50	200	1500	2517
БМ 900/31,5	900	31,5	160	1000	2787
БМ 1500/45	1500	45	400	1000	4305

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Машины для производства бумаги и картона [Текст] / под ред. В.С. Курова, Н. Н. Кокушина. — СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Пётра Великого, 2017.
2. Иванов, С. Н. Технология бумаги [Текст] / С.Н. Иванов. — М.:Школа бумаги, 2006.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст] / под ред. П. С. Осипова. — СПб.: Политехника, 2003, (2004, 2005, 2012).
4. Фляте, Д. М. Свойства бумаги [Текст] / Д.М. Фляте. — СПб.: Изд-во Лань, 2012.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт технологии
Кафедра технологии бумаги и картона

Курсовая работа

на тему:

Выполнил: студент группы №

(фамилия, имя, отчество)

Проверил:

(должность, фамилия, имя, отчество)

Санкт-Петербург
2021

СОДЕРЖАНИЕ

Правила оформления курсовой работы	3
Введение	5
1. Характеристика сырья и готовой продукции	7
1.1. Характеристика изготавливаемой продукции	7
1.2. Показатели качества волокнистых полуфабрикатов и основных химикатов	9
2. Расчет производительности картоноделательной машины	12
3. Основные расчеты по массоподготовительному отделу	14
3.1. Расчет расхода свежих полуфабрикатов	14
3.2. Расчет и выбор размалывающего оборудования	18
3.2.1 Поток верхнего слоя	20
3.2.2 Поток нижнего слоя	21
3.2.3 Поток оборотного брака	21
3.3. Расчет емкости бассейнов	23
3.3.1 Унификация бассейнов (перерасчёт)	25
3.4. Расчет и выбор массных насосов	30
3.5. Выбор сгустителя оборотного брака	33
4. Основные расчеты по цеху химикатов	34
5. Оборудование	37
5.1. Мельницы дисковые	37
5.2. Мельницы дисковые сдвоенные	38
5.3. Конические мельницы (рафинеры) optifiner	40
5.4. Бассейны с горизонтальным перемешивающим устройством	41
5.5. Бассейны для массы высокой концентрации	42
5.6. Насосы типа БМ	43
Библиографический список	45
Приложение	46