

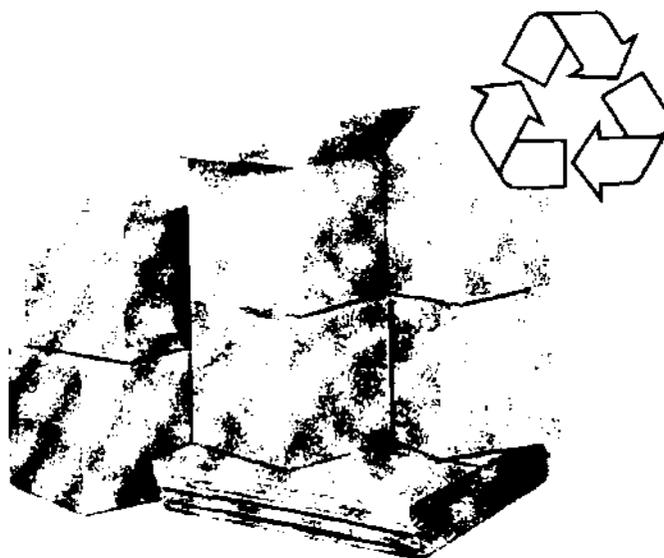
**Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

**Кафедра технологии целлюлозы и композиционных материалов**

**РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА  
ПРОИЗВОДСТВА КАРТОНА  
ИЗ ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКОН  
(с использованием компьютерной программы EXCEL)**

**Методические указания**



**Факультет - химико-технологический  
Специальность: 261201 - «Технология и дизайн упаковочного  
производства»**

**Санкт-Петербург**

**2008**

УДК 676.026

Расчет материального баланса производства картона из вторичных волокон (с использованием компьютерной программы EXCEL): методические указания / Шмаракова А.Ю., Стебунова Т.А., Аким Э.Л.; ГОУВПО СПб ГТУ РП: СПб., 2008. - 43 с.

Методические указания предназначены для расчета материального баланса в курсовых и дипломных проектах студентами специальности 261201 «Технология и дизайн упаковочного производства» и других специальностей университета, а также могут быть использованы специалистами целлюлозно-бумажной промышленности при выполнении технологических расчетов, в частности, при разработке проектных и постоянных технологических регламентов производства картонно-бумажной продукции из вторичных волокон, неотъемлемой и обязательной частью которого является материальный баланс.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой технологии целлюлозы и композиционных материалов ГОУВПО СПб ГТУРП (протокол № 1 от 29.08. 2008 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией химико-технологического факультета ГОУВПО СПб ГТУРП (протокол № 2 от 14.10. 2008 г.).

© ГОУВПО Санкт-Петербургский  
государственный технологический  
университет растительных  
полимеров, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня объем российского рынка бумажной и картонной упаковки превосходит уровень 2,5 млрд м<sup>2</sup> в год и имеет устойчивую тенденцию роста. Гофрокартон является крупным сегментом рынка упаковки в России: на него приходится около 70 % всего производства упаковочного картона. Технология гофрокартона основана на использовании тарного картона, который в течение года проходит многократный цикл производства и утилизации.

По данным Европейской федерации бумажной промышленности (CEPI) в 2007 г. объем бумаги и картона, изготовленных из вторичных волокон, составил в Европе 58 млн. т, что соответствует 63,4 % общего потребления, а к 2010 году достигнет 66,0 %.

Ресурс сортовой макулатуры в России составляет около 3,14 млн. т, используется только 33,4 %. Вовлечение в оборот всей макулатуры потребует строительства более двадцати новых предприятий.

Безусловно, проектирование новых предприятий, в том числе для производства тарного картона, должно быть основано на использовании наилучшей существующей технологии переработки вторичных волокон. При этом материальный баланс является неотъемлемой и обязательной частью проектного технологического регламента.

Таким образом, разработка модели наилучшей существующей технологии рециклинга тарного картона и разработка алгоритма расчета материального баланса является весьма актуальной задачей.

Расчет проектного материального баланса необходим для установления удельных норм расхода сырья и энергоресурсов, а также для выявления режимов работы отдельных узлов технологического потока и выбора наиболее эффективного оборудования.

В настоящих методических указаниях представлена методология расчета проектного материального баланса с использованием расчетно-аналитического метода и компьютерной программы Excel.

## **1. Модель наилучшей существующей технологии переработки вторичных волокон**

В соответствии со статьей 1 Федерального Закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. наилучшая существующая технология (НСТ) - технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду, и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов.

На рис. 1 представлена блок-схема НСТ переработки вторичных волокон, составленная с учетом требований, сформулированных в сборнике «Наилучшие существующие технологии в целлюлозно-бумажной промышленности», являющемся одним из основополагающих документов Российского проекта «Разработка и реализация системы технологического нормирования на основе наилучших существующих технологий для предприятий ЦБП в свете стратегии устойчивого развития».

Основные принципы построения блок-схемы:

1. Использование принципа многослойного формования с целью направленного регулирования структуры и качественных показателей готовой продукции, что особенно актуально при использовании вторичных волокон.

2. Реализация принципа многослойного формования, основанного на использовании:

- современной многоступенчатой сортировки, выполняющей одновременно функции фракционатора и позволяющей разделить массу на коротковолокнистую и длиноволокнистую фракции в заданном соотношении,

- многосеточной картоно- или бумагоделательной машины.

3. Использование термодисперсионной обработки для повышения степени роспуска массы, а также для равномерного диспергирования загрязнений до размеров, обеспечивающих их удаление при последующих стадиях сортирования.

4. Использование технологии совместного непрерывного роспуска и грубого сортирования макулатурного сырья на основе системы «FibreFlow» фирмы «ANDRITZ».

5. Отделение наименее загрязненных вод от загрязненных с их рециркуляцией.

6. Организация оптимальных циклов по воде с использованием принципа противотока массных и водных потоков.

7. Использование метода напорной флотации для очистки избыточной оборотной воды с целью возврата волокна в технологический поток и использования осветленной воды в технологическом потоке.

8. Использование метода напорной флотации для совместной очистки наиболее загрязненной воды (фильтрата сгустителей, фильтрата ТДУ и сточной воды) с целью использования осветленной воды в технологическом потоке.

9. Использование установки ультрафильтрации в качестве «почки» водной системы с целью глубокой очистки части оборотной воды и использования фильтрата в спрысковой системе КДМ взамен теплой воды.

10. Раздельный сбор отходов технологического потока с целью утилизации наиболее рациональным способом.

## **2. Порядок расчета проектного материального баланса производства картона из вторичных волокон**

Для расчета проектного материального баланса необходимо:

1. Составить балансовую блок-схему технологического потока и определить для каждой точки технологического потока номер позиции.

2. Составить представленные ниже таблицы исходных данных для расчета.

3. Выполнить расчет проектного материального баланса в соответствии с алгоритмом расчета.

4. Составить сводную таблицу проектного материального баланса.

5. Внести результаты расчета в балансовую схему.

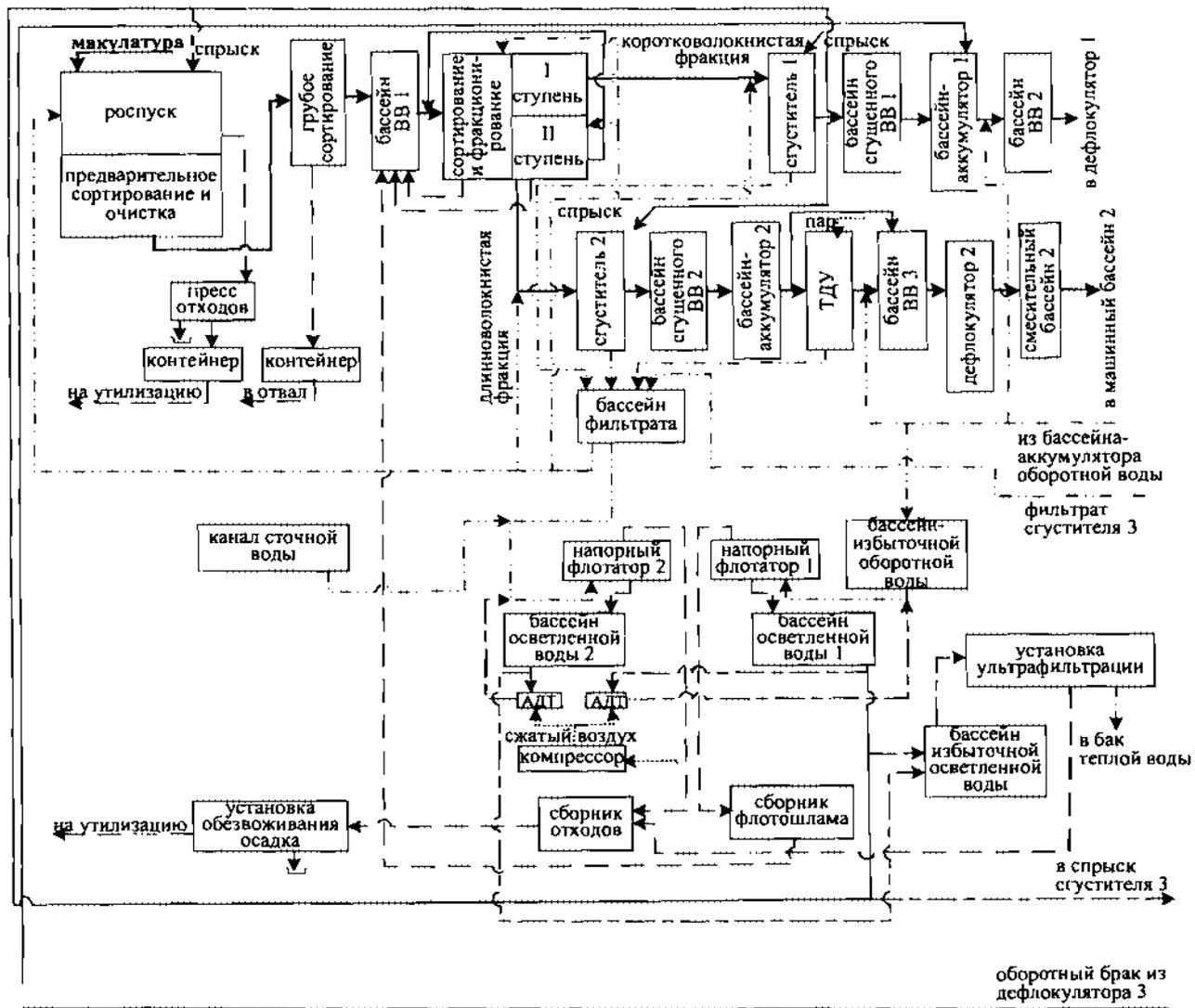
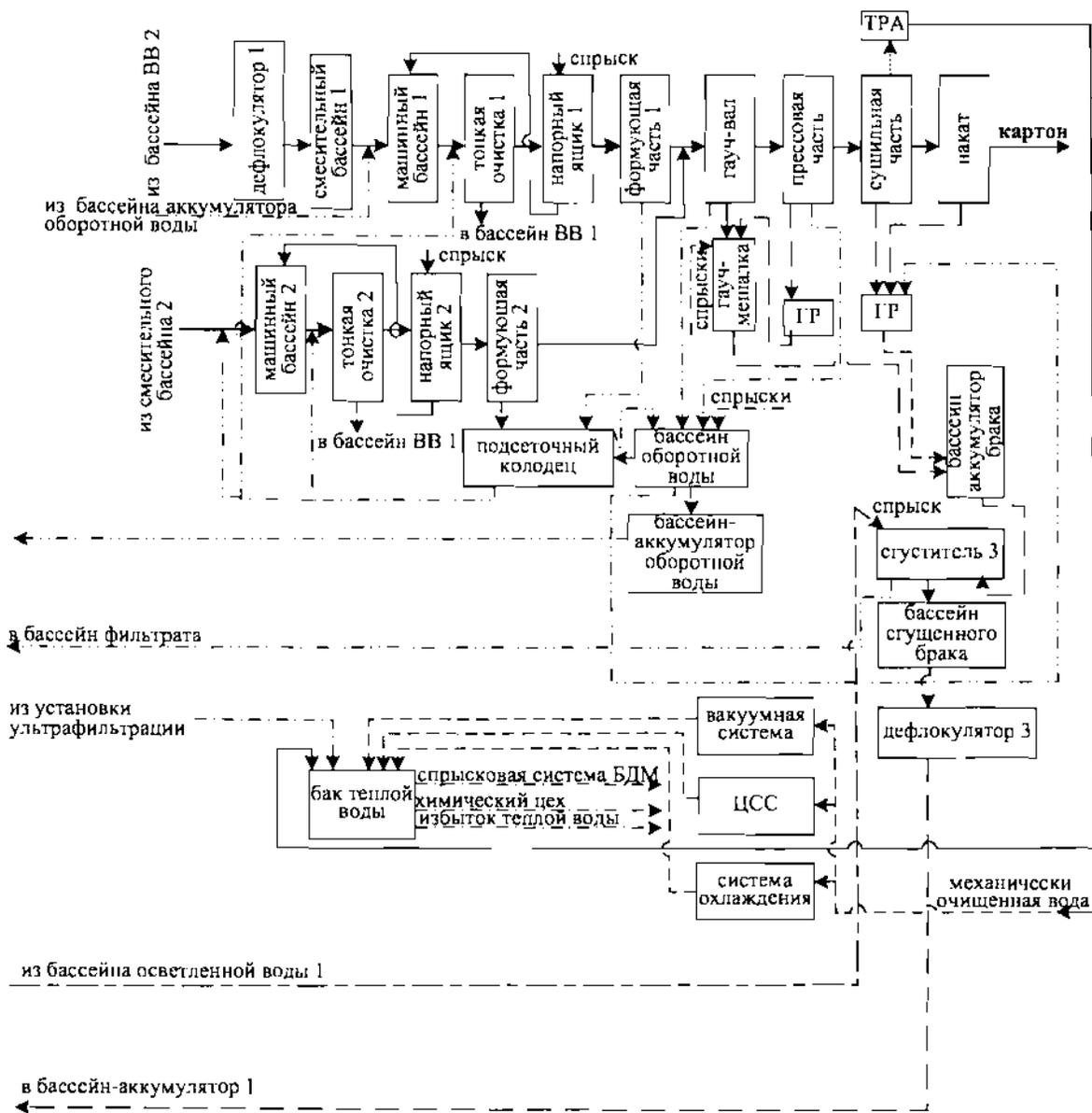


Рис. 1. Модель НСТ переработки

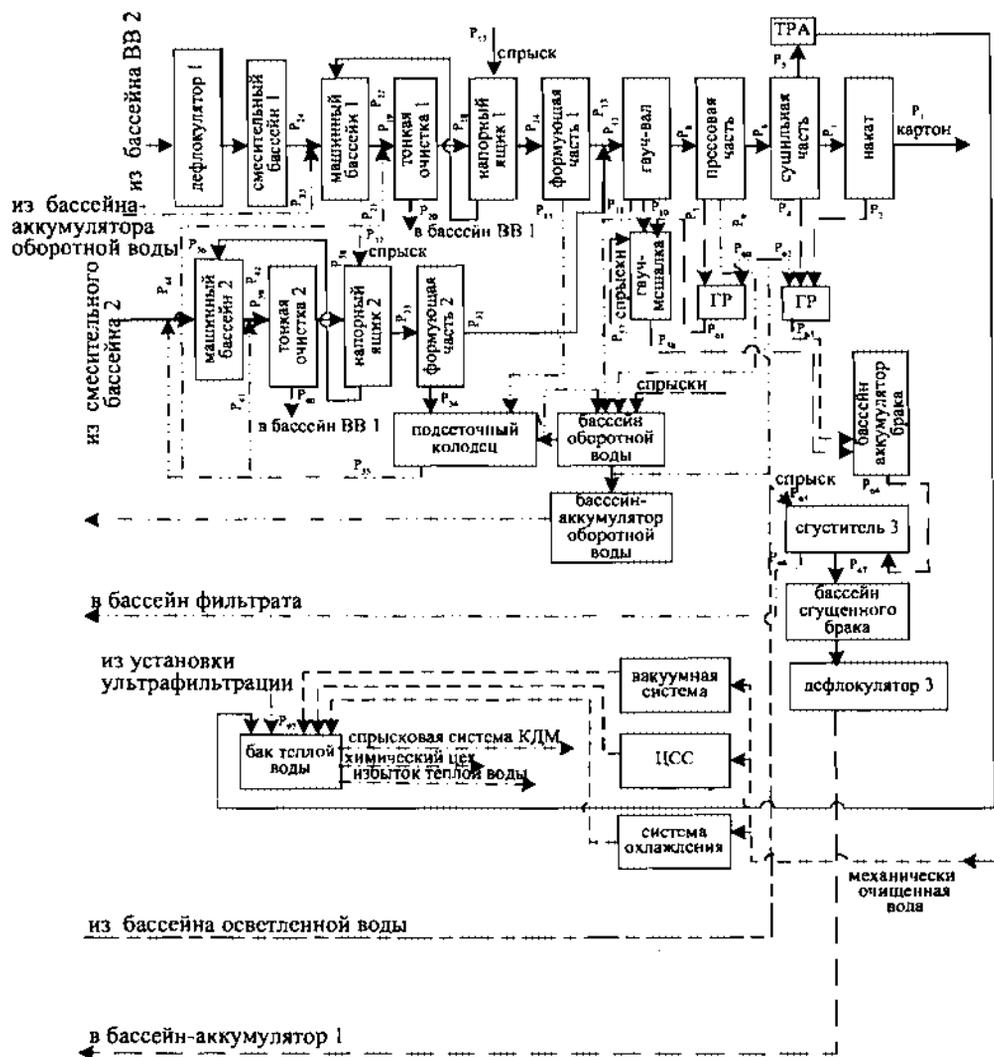
Условные обозначения

- масса вторичных волокон, бумажная масса
- оборотный брак
- - - - механически очищенная вода
- . - . - теплая вода
- . . - - обратная вода
- осветленная вода
- ..... пар, воздух



ВТОРИЧНЫХ ВОЛОКОН





производства тарного картона

## 2.1. Составление балансовой блок-схемы технологического потока

Балансовая блок-схема технологического потока должна быть составлена с учетом всех компонентов, участвующих в технологическом процессе и поступающих в технологический поток.

Для каждой точки технологического потока определяется номер позиции, который заносится в блок-схему. Обобщенная блок-схема технологического потока производства картона из вторичных волокон представлена на рис. 2.

## 2.2. Составление исходных данных для расчета

С использованием программы Excel составить исходные данные для расчета (табл. 1÷5).

Таблица 1. Расчет производительности технологического потока

<b>Лист 1 = Расчет производительности потока</b>	
<b>A1 + B1 = параметры производства картона</b>	
A2 = Расчетная единица, т	B2 = значение показателя
A3 = Ширина полотна на накате, мм	B3 = значение показателя
A4 = Расчетное количество рабочих дней, сутки	B4 = значение показателя
A5 = Скорость на накате, м/мин	B5 = значение показателя
A6 = Масса 1 м <sup>2</sup> картона, г	B6 = значение показателя
A7 = Коэффициент использования рабочего времени машины	B7 = значение показателя
A8 = Производительность КДМ, кг/ч	B8 = $B6/1000 \cdot B5 \cdot 60 \cdot B3/1000 \cdot B7$
A9 = Производительность КДМ, т/год	B9 = $B8/1000 \cdot 24 \cdot B4$

Таблица 2. Исходные данные для расчета

<b>Лист 2 = Исходные данные для расчета</b>	
A1 + B1 = исходные данные	
A2 = Масса 1 м <sup>2</sup> картона, г	B2 = расчет производительности потока B6
A3 = Съём с наката, кг/ч	B3 = расчет производительности потока B8
A4 = Время выработки 1 т бумаги, мин	B4 = 60 · 1000/B3
A5 = Влажность картона, %	B5 = значение показателя
A6 = Брак на накате и отбор на лабораторный анализ, δ <sub>1</sub> , %	B6 = значение показателя
A7 = Брак в сушильной части, δ <sub>2</sub> , %	B7 = значение показателя
A8 = Сухость после прессовой части	B8 = значение показателя
A9 = Брак в прессовой части, δ <sub>3</sub> , %	B9 = значение показателя
A10 = Концентрация прессовой воды, %	B10 = значение показателя
A11 = Сухость после гауч-вала, %	B11 = значение показателя
A12 = Концентрация сосунной воды, %	B12 = значение показателя
A13 = Сухость после формующей части, %	B13 = значение показателя
A14 = Распределение по сеткам, верхняя сетка, %	B14 = значение показателя
A15 = Распределение по сеткам, нижняя сетка, %	B15 = 100-B14
A16 = Концентрация массы в напорном ящике верхней сетки, %	B16 = значение показателя
A17 = Степень удержания волокна на верхней сетке, %	B17 = значение показателя
A18 = Циркуляция (перелив из напорного ящика), %	B18 = значение показателя
A19 = Количество отходов сортирования тонкой очистки 1, %	B19 = значение показателя
A20 = Концентрация отходов сортирования 1, %	B20 = значение показателя
A21 = Концентрация массы в машинном бассейне 1, %	B21 = значение показателя
A22 = Концентрация массы в смесительном бассейне 1, %	B22 = значение показателя
A23 = Концентрация массы в бассейне-аккумуляторе 1, %	B23 = значение показателя
A24 = Концентрация массы в ванне сгустителя 1, %	B24 = значение показателя
A25 = Концентрация фильтрата сгустителя 1, %	B25 = значение показателя

Продолжение табл. 2

A26 = Концентрация коротковолокнистой фракции, %	B26 = значение показателя
A27 = Концентрация массы в напорном ящике нижней сетки, %	B27 = значение показателя
A28 = Степень удержания волокна на нижней сетке, %	B28 = значение показателя
A29 = Циркуляция (перелив из напорного ящика), %	B29 = значение показателя
A30 = Количество отходов сортирования тонкой очистки 2, %	B30 = значение показателя
A31 = Концентрация отходов сортирования 2, %	B31 = значение показателя
A32 = Концентрация массы в машинном бассейне 2, %	B32 = значение показателя
A33 = Концентрация массы в смесительном бассейне 2, %	B33 = значение показателя
A34 = Концентрация в бассейне макулатурной массы после ТДУ, %	B34 = значение показателя
A35 = Концентрация массы после ТДУ, %	B35 = значение показателя
A36 = Концентрация оборотной воды, %	B36 = баланс оборотной воды С23
A37 = Расход пара в ТДУ, кг/мин	B37 = значение показателя
A38 = Концентрация фильтрата ТДУ, %	B38 = значение показателя
A39 = Концентрация массы в бассейне-аккумуляторе 2, %	B39 = значение показателя
A40 = Концентрация массы в ванне сгустителя 2, %	B40 = значение показателя
A41 = Концентрация фильтрата сгустителя 2, %	B41 = значение показателя
A42 = Концентрация длиноволокнистой фракции, %	B42 = значение показателя
A43 = Концентрация массы после сгустителя 3, %	B43 = значение показателя
A44 = Концентрация фильтрата сгустителя 3, %	B44 = значение показателя
A45 = Отходы многоступенчатой сортировки, %	B45 = значение показателя
A46 = Концентрация отходов сортировки, %	B46 = значение показателя
A47 = Концентрация отходов сортирования I степени, %	B47 = значение показателя
A48 = Концентрация отсортированной массы предварительной степени, %	B48 = значение показателя

A49 = Отходы предварительного сортирования, %	B49 = значение показателя
A50 = Концентрация отходов сортировки, %	B50 = значение показателя
A51 = Отходы грубого сортирования, %	B51 = значение показателя
A52 = Концентрация отходов грубого сортирования, %	B52 = значение показателя
A53 = Отходы зоны сортирования барабана FiberFlow, %	B53 = значение показателя
A54 = Концентрация отходов грубого сортирования, %	B54 = значение показателя
A55 = Влажность макулатуры, %	B55 = значение показателя
A56 = Количество сатурированной воды во флотатор 1, %	B56 = значение показателя
A57 = Концентрация осветленной воды флотатора 1, %	B57 = значение показателя
A58 = Концентрация флотошлама флотатора 1, %	B58 = значение показателя
A59 = Количество сатурированной воды во флотатор 2, %	B59 = значение показателя
A60 = Концентрация осветленной воды флотатора 2, %	B60 = значение показателя
A61 = Концентрация флотошлама флотатора 2, %	B61 = значение показателя
A62 = Концентрация оборотного брака после ГР прессовой части, %	B62 = значение показателя
A63 = Концентрация оборотного брака после ГР суш части и наката, %	B63 = значение показателя
A64 = Концентрация осадка установки ультрафильтрации, %	B64 = значение показателя
A65 = Концентрация осадка после обезвоживания, %	B65 = значение показателя
A66 = Концентрация фильтрата установки обезвоживания, %	B66 = значение показателя
A67 = Концентрация прессованных отходов, %	B67 = значение показателя
A68 = Концентрация фильтрата установки обезвоживания, %	B68 = значение показателя

Таблица 3. Изменение ширины картонного полотна на КДМ

<b>Лист 3 = Изменение ширины</b>	
A1 + B1 = Изменение ширины картонного полотна на КДМ	
A2 = Наименование узла	B2 = Ширина, мм
A3 = Сетка	B3 = значение показателя
A4 = Напуск массы на сетку	B4 = B5+B8+B9
A5 = Картонное полотно после гауч-вала	B5 = $B7 \cdot (100 + B6)/100$
A6 = Усадка картона, %	B6 = значение показателя
A7 = Картонное полотно на накате	B7 = значение показателя
A8 = Отсечка (лицевая сторона)	B8 = значение показателя
A9 = Отсечка (приводная сторона)	B9 = значение показателя

Таблица 4. Спрысковая система технологического потока и КДМ

<b>Лист 4 = Спрысковая система</b>		
A1 = Наименование спрыска	B1 = Вид воды	C1 = значение показателя
A2 = Напорный ящик 1	B2 = Теплая вода	C2 = значение показателя
A3 = Напорный ящик 2	B3 = Теплая вода	C3 = значение показателя
A4 = Сгуститель 1	B4 = Осветленная вода	C4 = значение показателя
A5 = Сгуститель 2	B5 = Осветленная вода	C5 = значение показателя
A6 = Сгуститель 3	B6 = Осветленная вода	C6 = значение показателя
A7 = Спрысковая вода сброса кромки (отбойный спрыск)	B7 = Осветленная вода	C7 = значение показателя
A8 = Спрысковая вода КДМ	B8 = Теплая вода	C8 = значение показателя
A9 = Спрыски барабана FibreFlow	B9 = Осветленная вода	C9 = значение показателя

Таблица 5. Использование механически очищенной воды

<b>Лист 5 = Механически очищенная вода</b>	
A1 = Статья расхода	B1 = Количество, л/т
A2 = Вакуумная система	B2 = значение показателя
A3 = ЦСС	B3 = значение показателя
A4 = Система охлаждения	B4 = значение показателя
A5 = Всего	B5 = B2 + B3 + B4

### 2.3. Расчет проектного материального баланса

Расчет проектного материального баланса выполняется в соответствии с представленным ниже алгоритмом расчета.

Для каждого блока технологической схемы составлена алгебраическая система уравнений, вычислена формула, которая занесена в компьютерную программу Excel.

Ниже приведен алгоритм расчета проектного материального баланса (табл. 6) применительно к балансовой блок-схеме рис. 2.

Таблица 6. Алгоритм расчета проектного материального баланса

<b>Лист 6 = Расчет</b>
<b><math>V1 + C1 + D1 + E1 + F1 + G1 + H1 + I1 + J1 + K1 + L1 + M1 =</math></b> <b>Картоноделательная машина</b>
A2 = технологический передел A3 = позиция на балансовой схеме A4 = P - общее количество, кг A5 = A - абсолютно-сухое вещество, кг A6 = B - вода, кг A7 = c - концентрация или сухость, % A8 = оборотный брак, δ, %
<b><math>V2 + C2 =</math> Накат</b>
V3 = P <sub>1</sub> - выход V4 = 'расчет производительности потока'! $V2 \cdot 1000$ V5 = $V4 \cdot V7 / 100$ V6 = $V4 - V5$ V7 = (100 - 'исходные данные для расчета'! $V5$ )
C3 = P <sub>2</sub> - брак C4 = $C5 \cdot 100 / C7$ C5 = $V5 \cdot C8 / 100$ C6 = $C4 - C5$ C7 = V7 C8 = 'исходные данные для расчета'! $V6$
<b><math>D2 + E2 + F2 + G2 =</math> Сушильная часть</b>
D3 = P <sub>3</sub> - вход D4 = $V4 + C4$ D5 = $V5 + C5$ D6 = $V6 + C6$ D7 = V7

$E3 = P_4$ - брак $E4 = E5 \cdot 100/E7$ $E5 = D5 \cdot E8/100$ $E6 = E4 - E5$ $E7 = B7$ $E8 =$ исходные данные для расчета $B7$
$F3 = P_5$ - ТРА $F4 = G4 - D4 - E4$ $G3 = P_6$ -вход $G4 = G5 \cdot 100/G7$ $G5 = D5 + E5$ $G6 = G4 - G5$ $G7 =$ исходные данные для расчета $B8$
<b><math>H2 + I2 + J2 =</math> Прессовая часть</b>
$H3 = P_7$ - брак $H4 = H5 \cdot 100/H7$ $H5 = G5 \cdot H8/100$ $H6 = H4 - H5$ $H7 = G7$ $H8 =$ исходные данные для расчета $B9$
$I3 = P_9$ - сосунная вода $I4 = G4 \cdot (G7 - J7)/(J7 - I7) + H4 \cdot (H7 - J7)/(J7 - I7)$ $I5 = I4 \cdot I7/100$ $I6 = I4 - I5$ $I7 =$ исходные данные для расчета $B10$
$J3 = P_8$ -вход $J4 = G4 + H4 + I4$ $J5 = J4 \cdot J7/100$ $J6 = J4 - J5$ $J7 =$ исходные данные для расчета $B11$
<b><math>K2 + L2 + M2 =</math> Гауч-вал</b>
$K3 = P_{10}$ - кромка $K4 = K5 \cdot 100/K7$ $K5 = J5 \cdot K8/(100 - K8)$ $K6 = K4 - K5$ $K7 = J7$ $K8 =$ (изменение ширины $B8 +$ изменение ширины $B9) \cdot 100 /$ изменение ширины $B5$
$L3 = P_{11}$ - сосунная вода $L4 = J4 \cdot (J7 - M7)/(M7 - L7) + K4 \cdot (K7 - M7)/(M7 - L7)$ $L5 = L4 \cdot L7/100$ $L6 = L4 - L5$ $L7 =$ исходные данные для расчета $B12$

$M3 = P_{12}$ - вход $M4 = J4 + K4 + L4$ $M5 = J5 + K5 + L5$ $M6 = M4 - M5$ $M7 =$ исходные данные для расчета $V13$
$B10 + C10 + D10 + E10 + F10 + G10 + H10 + I10 + J10 + K10 + L10 + M10 + N10 + O10 + P10 + Q10 + R10 + S10 + T10 =$ <b>Верхняя сетка</b>
$A11 =$ технологический передел $A12 =$ позиция на балансовой схеме $A13 = P$ - общее количество, кг $A14 = A$ - абсолютно-сухое вещество, кг $A15 = B$ - вода, кг $A16 = c$ - концентрация или сухость, % $A17 =$ оборотный брак или соотношение, $\delta$ , % $A18 =$ расход воды, л/мин
$B11 + C11 + D11 =$ <b>Формующее устройство 1</b>
$B12 = P_{13}$ - выход $B13 = B14 \cdot 100 / B16$ $B14 = M5 \cdot$ исходные данные для расчета $B14/100$ $B15 = B13 - B14$ $B16 = M7$
$C12 = P_{14}$ - вход $C13 = C14 \cdot 100 / C16$ $C14 = B14 + D14$ $C15 = C13 - C14$ $C16 =$ исходные данные для расчета $B16$
$D12 = P_{15}$ - подсеточная вода $D13 = C13 - B13$ $D14 = B14 \cdot (100 -$ исходные данные для расчета $B17) / 100$ $D15 = D13 - D14$ $D16 = D14 \cdot 100 / D13$
$E11 + F11 + G11 =$ <b>Напорный ящик 1</b>
$E12 = P_{16}$ - циркуляция $E13 = E14 \cdot 100 / E16$ $E14 = C14 \cdot E17 / (100 - E17)$ $E15 = E13 - E14$ $E16 = C16$ $E17 =$ исходные данные для расчета $B18$
$F12 = P_{17}$ - спрыск $F13 = F18 \cdot$ исходные данные для расчета $B4$ $F18 =$ спрысковая система $C2$

$G_{12} = P_{18} - \text{вход}$ $G_{13} = C_{13} + E_{13} - F_{13}$ $G_{14} = C_{14} + E_{14}$ $G_{15} = G_{13} - G_{14}$ $G_{16} = G_{14} \cdot 100 / G_{13}$
<b><math>H_{11} + I_{11} = \text{Тонкая очистка 1}</math></b>
$H_{12} = P_{19} - \text{вход}$ $H_{13} = G_{13} + I_{13}$ $H_{14} = I_{14} + G_{14}$ $H_{15} = H_{13} - H_{14}$ $H_{16} = H_{14} \cdot 100 / H_{13}$
$I_{12} = P_{20} - \text{отходы}$ $I_{13} = I_{14} \cdot 100 / I_{16}$ $I_{14} = G_{14} \cdot I_{17} / (100 - I_{17})$ $I_{15} = I_{13} - I_{14}$ $I_{16} = \text{исходные данные для расчета } B_{20}$ $I_{17} = \text{исходные данные для расчета } B_{19}$
<b><math>J_{11} + K_{11} = \text{Машинный бассейн 1}</math></b>
$J_{12} = P_{21} - \text{подсеточная вода}$ $J_{13} = H_{13} \cdot (K_{16} - H_{16}) / (K_{16} - J_{16})$ $J_{14} = J_{13} \cdot J_{16} / 100$ $J_{15} = J_{13} - J_{14}$ $J_{16} = E_{26}$
$K_{12} = P_{22} - \text{выход}$ $K_{13} = H_{13} - J_{13}$ $K_{14} = H_{14} - J_{14}$ $K_{15} = K_{13} - K_{14}$ $K_{16} = \text{исходные данные для расчета } B_{21}$
<b><math>L_{11} + M_{11} = \text{Смесительный бассейн 1}</math></b>
$L_{12} = P_{23} - \text{подсеточная вода}$ $L_{13} = K_{13} \cdot (K_{16} - M_{16}) / (L_{16} - M_{16}) + E_{13} \cdot (M_{16} - E_{16}) / (L_{16} - M_{16})$ $L_{14} = L_{13} \cdot L_{16} / 100$ $L_{15} = L_{13} - L_{14}$ $L_{16} = J_{16}$
$M_{12} = P_{24} - \text{выход}$ $M_{13} = K_{13} - L_{13} - E_{13}$ $M_{14} = K_{14} - L_{14} - E_{14}$ $M_{15} = M_{13} - M_{14}$ $M_{16} = \text{исходные данные для расчета } B_{22}$

<b><math>N11 + O11 =</math> Бассейн-аккумулятор 1</b>
$N12 = P_{25}$ - подсеточная вода $N13 = M13 - O13$ $N14 = M14 - O14$ $N15 = N13 - N14$ $N16 = J16$
$O12 = P_{26}$ - выход $O13 = M13 \cdot (M16 - N16) / (O16 - N16)$ $O14 = O13 \cdot O16 / 100$ $O15 = O13 - O14$ $O16 =$ исходные данные для расчета B23
<b><math>P11 + Q11 + R11 =</math> Сгуститель 1</b>
$P12 = P_{27}$ - фильтрат $P13 = R13 \cdot (Q16 - R16) / (Q16 - P16) + O13 \cdot (O16 - Q16) / (Q16 - P16)$ $P14 = P13 \cdot P16 / 100$ $P15 = P13 - P14$ $P16 =$ исходные данные для расчета B25
$Q12 = P_{28}$ - ванна $Q13 = P13 + O13 - R13$ $Q14 = O14 + P14 - R14$ $Q15 = Q13 - Q14$ $Q16 =$ исходные данные для расчета B24
$R12 = P_{29}$ - спрыск $R13 = R18$ - исходные данные для расчета B4 $R14 = R13 \cdot R16 / 100$ $R15 = R13 - R14$ $R16 =$ исходные данные для расчета B57 $R18 =$ спрысковая система C4
<b><math>S11 + T11 =</math> Сортировка 1</b>
$S12 = P_{30}$ - фильтрат $S13 = Q13 \cdot (T16 - Q16) / (T16 - S16)$ $S14 = S13 \cdot S16 / 100$ $S15 = S13 - S14$ $S16 =$ баланс оборотной воды C35
$T12 = P_{31}$ - КВФ $T13 = Q13 - S13$ $T14 = Q14 - S14$ $T15 = T13 - T14$ $T16 =$ исходные данные для расчета B26

$B20 + C20 + D20 + E20 + F20 + G20 + H20 + I20 + J20 + K20 + L20 + M20 + N20 + O20 + P20 + Q20 + R20 + S20 + T20 + U20 + V20 + W20 + X20 + Y20 + Z20 = \text{Нижняя сетка}$
<p>A21 = технологический передел  A22 = позиция на балансовой схеме  A23 = P - общее количество, кг  A24 = A - абсолютно-сухое вещество, кг  A25 = B - вода, кг  A26 = c - концентрация или сухость, %  A27 = оборотный брак или соотношение, <math>\delta</math>, %  A28 = расход воды (пара), л/мин</p>
$B21 + C21 + D21 = \text{Формующее устройство 2}$
<p>B22 = P<sub>32</sub> - выход  B23 = M4-B13  B24 = M5-B14  B25 = B23-B24  B26 = B16</p>
<p>C22 = P<sub>33</sub> - вход  C23 = C24 · 100/C26  C24 = B24+D24  C25 = C23-C24  C26 = исходные данные для расчета B27</p>
<p>D22 = P<sub>34</sub> - подсеточная вода  D23 = C23-B23  D24 = B24 · (100- исходные данные для расчета B28)/100  D25 = D23-D24  D26 = D24 · 100/D23</p>
$E21 = \text{Подсеточный колодец}$
<p>E22 = P<sub>35</sub> - подсеточная вода  E23 = D13+D23  E24 = D14+D24  E25 = E23-E24  E26 = E24 · 100/E23</p>
$F21 + G21 + H21 = \text{Напорный ящик 2}$
<p>F22 = P<sub>36</sub> - циркуляция  F23 = F24 · 100/F26  F24 = C24 · F27/100  F25 = F23-F24  F26 = исходные данные для расчета B27  F27 = исходные данные для расчета B29</p>
<p>G22 = P<sub>37</sub> - спрыск  G23 = G28 · исходные данные для расчета B4  G28 = 'спрысковая система' C3</p>

$H_{22} = P_{38}$ - вход $H_{23} = C_{23} + F_{23} - G_{23}$ $H_{24} = C_{24} + F_{24}$ $H_{25} = H_{23} - H_{24}$ $H_{26} = H_{24} \cdot 100 / H_{23}$
<b>I<sub>21</sub> + J<sub>21</sub> = Тонкая очистка 2</b>
$I_{22} = P_{39}$ - вход $I_{23} = H_{23} + J_{23}$ $I_{24} = H_{24} + J_{24}$ $I_{25} = I_{23} - I_{24}$ $I_{26} = I_{24} \cdot 100 / I_{23}$ $J_{22} = P_{40}$ - отходы
$J_{23} = J_{24} \cdot 100 / J_{26}$ $J_{24} = H_{24} \cdot J_{27} / (100 - J_{27})$ $J_{25} = J_{23} - J_{24}$ $J_{26}$ = исходные данные для расчета В31 $J_{27}$ = исходные данные для расчета В30
<b>K<sub>21</sub> + L<sub>21</sub> = машинный бассейн</b>
$K_{22} = P_{41}$ - подсеточная вода $K_{23} = I_{23} \cdot (L_{26} - I_{26}) / (L_{26} - K_{26})$ $K_{24} = K_{23} \cdot K_{26} / 100$ $K_{25} = K_{23} - K_{24}$ $K_{26} = E_{26}$ $L_{22} = P_{42}$ - выход $L_{23} = I_{23} - K_{23}$ $L_{24} = I_{24} - K_{24}$ $L_{25} = L_{23} - L_{24}$ $L_{26}$ = исходные данные для расчета В32
<b>M<sub>21</sub> + N<sub>21</sub> = смесительный бассейн</b>
$M_{22} = P_{43}$ - подсеточная вода $M_{23} = L_{23} \cdot (L_{26} - N_{26}) / (M_{26} - N_{26}) + F_{23} \cdot (N_{26} - F_{26}) / (M_{26} - N_{26})$ $M_{24} = M_{23} \cdot M_{26} / 100$ $M_{25} = M_{23} - M_{24}$ $M_{26} = E_{26}$ $N_{22} = P_{44}$ - выход $N_{23} = L_{23} - M_{23} - F_{23}$ $N_{24} = L_{24} - M_{24} - F_{24}$ $N_{25} = N_{23} - N_{24}$ $N_{26}$ = исходные данные для расчета В33

<b>O21 + P21 = бассейн ВВ 2</b>
$O22 = P_{45}$ - подсеточная вода $O23 = N23 \cdot (P26 - N26) / (P26 - M26)$ $O24 = O23 \cdot O26 / 100$ $O25 = O23 - O24$ $O26 = E26$
$P22 = P_{46}$ - выход $P23 = N23 - O23$ $P24 = N24 - O24$ $P25 = N25 - O25$ $P26 =$ исходные данные для расчета В34
<b>Q21 + R21 + S21 + T21 = ТДУ</b>
$Q22 = P_{47}$ - оборотная вода $Q23 = P23 \cdot (R26 - P26) / (R26 - Q26)$ $Q24 = Q23 \cdot Q26 / 100$ $Q25 = Q23 - Q24$ $Q26 =$ исходные данные для расчета В36
$R22 = P_{48}$ - выход $R23 = P23 - Q23$ $R24 = P24 - Q24$ $R25 = R23 - R24$ $R26 =$ исходные данные для расчета В35
$S22 = P_{49}$ - фильтрат $S23 = U23 + T23 - R23$ $S24 = U24 - R24$ $S25 = S23 - S24$ $S26 =$ исходные данные для расчета В38
$T22 = P_{50}$ - пар $T23 = T28 \cdot$ исходные данные для расчета В4 $T28 =$ исходные данные для расчета В37
<b>U21 + V21 + W21 + X21 = сгуститель</b>
$U22 = P_{51}$ - вход $U23 = T23 \cdot (S26 - T26) / (U26 - S26) + R23 \cdot (R26 - S26) / (U26 - S26)$ $U24 = U23 \cdot U26 / 100$ $U25 = U23 - U24$ $U26 =$ исходные данные для расчета В39
$V22 = P_{52}$ - фильтрат $V23 = X23 \cdot (W26 - X26) / (W26 - V26) + U23 \cdot (U26 - W26) / (W26 - V26)$ $V24 = V23 \cdot V26 / 100$ $V25 = V23 - V24$ $V26 =$ исходные данные для расчета В41

$W22 = P_{53}$ - ванна $W23 = V23 + U23 - X23$ $W24 = U24 + V24 - X24$
$W25 = W23 - W24$ $W26 =$ исходные данные для расчета B40
$X22 = P_{54}$ - спрыск $X23 = X28$ · исходные данные для расчета B4 $X24 = X23 \cdot X26 / 100$ $X25 = X23 - X24$ $X26 =$ исходные данные для расчета B57 $X28 =$ спрысковая система C5
<b><math>Y21 + Z21 =</math> сортировка</b>
$Y22 = P_{55}$ - фильтрат $Y23 = W23 \cdot (Z26 - W26) / (Z26 - Y26)$ $Y24 = Y23 \cdot Y26 / 100$ $Y25 = Y23 - Y24$ $Y26 =$ баланс оборотной воды C35
$Z22 = P_{56}$ - ДВФ $Z23 = W23 - Y23$ $Z24 = W24 - Y24$ $Z25 = Z23 - Z24$ $Z26 =$ исходные данные для расчета B42
<b><math>V30 + C30 + D30 + E30 + F30 + G30 + H30 + I30 + J30 + K30 + L30 + M30 =</math> Линия оборотного брака</b>
$A31 =$ технологический передел $A32 =$ позиция на балансовой схеме $A33 = P$ - общее количество, кг $A34 = A$ - абсолютно-сухое вещество, кг $A35 = B$ - вода, кг $A36 = c$ - концентрация или сухость, % $A37 =$ оборотный брак или соотношение, $\delta, \%$ $A38 =$ расход воды (пара), л/мин
<b><math>V31 + C31 =</math> гауч-мешалка</b>
$V32 = P_{57}$ - спрыск $V33 = V38$ · исходные данные для расчета B4 $V34 = V33 \cdot V36 / 100$ $V35 = V33 - V34$ $V36 =$ исходные данные для расчета B57 $V38 =$ спрысковая система C7

$C32 = P_{58} - \text{выход}$ $C33 = K4 + B33$ $C34 = K5 + B34$ $C35 = C33 - C34$ $C36 = C34 \cdot 100 / C33$
<b>D31 + E31 + F31 = ГР прессовой части</b>
$D32 = H3$ $D33 = H4$ $D34 = H5$ $D35 = H6$ $D36 = D34 \cdot 100 / D33$
$E32 = P_{60} - \text{оборот. вода}$ $E33 = D33 \cdot (D36 - F36) / (D36 - E36)$ $E34 = E33 \cdot E36 / 100$ $E35 = E33 - E34$ $E36 = \text{баланс оборотной воды} : C23$
$F32 = P_{61} - \text{выход}$ $F33 = D33 + E33$ $F34 = D34 + E34$ $F35 = F33 - F34$ $F36 = \text{исходные данные для расчета } B62$
<b>G31 + H31 + I31 = ГР сушильной части и наката</b>
$G32 = P_2 + P_4$ $G33 = C4 + E4$ $G34 = C5 + E5$ $G35 = G33 - G34$ $G36 = G34 \cdot 100 / G33$
$H32 = P_{62} - \text{оборотная вода}$ $H33 = G33 \cdot (G36 - I36) / (I36 - H36)$ $H34 = H33 \cdot H36 / 100$ $H35 = H33 - H34$ $H36 = \text{баланс оборотной воды } C23$
$I32 = P_{63} - \text{выход}$ $I33 = G33 + H33$ $I34 = G34 + H34$ $I35 = I33 - I34$ $I36 = \text{исходные данные для расчета } B63$
<b>J31 = бассейн-аккумулятор брака</b>
$J32 = P_{64} - \text{выход}$ $J33 = C33 + F33 + I33$ $J34 = C34 + F34 + I34$ $J35 = J33 - J34$ $J36 = J34 \cdot 100 / J33$

<b><math>K31 + L31 + M31 =</math> сгуститель брака</b>
$K32 = P_{65}$ - спрыск $K33 = K37$ · исходные данные для расчета В4 $K34 = K33 \cdot K36/100$ $K35 = K33 - K34$ $K36 =$ исходные данные для расчета В57 $K37 =$ спрысковая система С6
$L32 = P_{66}$ - фильтрат $L33 = J33 + K33 - M33$ $L34 = J34 + K34 - M34$ $L35 = L33 - L34$ $L36 =$ исходные данные для расчета В44
$M32 = P_{67}$ - выход $M33 = J33 \cdot (J36 - L36)/(M36 - L36) + K33 \cdot (K36 - L36)/(M36 - L36)$ $M34 = M33 \cdot M36/100$ $M35 = M33 - M34$ $M36 =$ исходные данные для расчета В43
<b><math>B40 + C40 + D40 + E40 + F40 + G40 + H40 + I40 + J40 + K40 + L40 + M40 + N40 + O40 + P40 + Q40 + R40 =</math> Линия сортирования массы</b>
$A41 =$ технологический передел $A42 =$ позиция на балансовой схеме $A43 = P$ - общее количество, кг $A44 = A$ - абсолютно-сухое вещество, кг $A45 = B$ - вода, кг $A46 = c$ - концентрация или сухость, % $A47 =$ оборотный брак или соотношение, $\delta, \%$ $A48 =$ расход воды (пара), л/мин
<b><math>B41 + C41 + D41 + E41 + F41 + G41 + H41 + I41 + J41 =</math> многоступенчатая сортировка</b>
$B42 = P_{68}$ - отходы $B43 = B44 \cdot 100/B46$ $B44 = Z24 \cdot B47/(100 - B47)$ $B45 = B43 - B44$ $B46 =$ исходные данные для расчета В46 $B47 =$ исходные данные для расчета В45
$C42 = P_{69}$ - вход на II ступень $C43 = B43 + Z23$ $C44 = B44 + Z24$ $C45 = C43 - C44$ $C46 = C44 \cdot 100/C43$

$D42 = P_{70}$ - фильтрат $D43 = C43 \cdot (E46 - C46) / (E46 - D46)$ $D44 = D43 \cdot D46 / 100$ $D45 = D43 - D44$ $D46 =$ баланс оборотной воды C35
$E42 = P_{71}$ - отходы I степени $E43 = C43 - D43$ $E44 = C44 - D44$ $E45 = E43 - E44$ $E46 =$ исходные данные для расчета B47
$F42 = P_{72}$ - вход на I ступень $F43 = E43 + T13$ $F44 = E44 + T14$ $F45 = F43 - F44$ $F46 = F44 \cdot 100 / F43$
$G42 = P_{73}$ - фильтрат $G43 = F43 \cdot (H46 - F46) / (H46 - G46)$ $G44 = G43 \cdot G46 / 100$ $G45 = G43 - G44$ $G46 =$ баланс оборотной воды C35
$H42 = P_{74}$ - отсортированная масса предварительного сортирования $H43 = F43 - G43$ $H44 = F44 - G44$ $H45 = H43 - H44$ $H46 =$ исходные данные для расчета B48
$I42 = P_{75}$ - отходы предварительного сортирования $I43 = I44 \cdot 100 / I46$ $I44 = H44 \cdot I47 / (100 - I47)$ $I45 = I43 - I44$ $I46 =$ исходные данные для расчета B50 $I47 =$ исходные данные для расчета B49
$J42 = P_{76}$ - вход $J43 = H43 + I43$ $J44 = H44 + I44$ $J45 = J43 - J44$ $J46 = J44 \cdot 100 / J43$
<b><math>K41 + L41 + M41 =</math> грубое сортирование</b>
$K42 = P_{77}$ – отсортированная масса $K43 = J43 - I13 - J23 - I43 - B43 - F53 - M33$ $K44 = J44 - I14 - J24 - I44 - B44 - F54 - M34$ $K45 = K43 - K44$ $K46 = K44 \cdot 100 / K43$

$L42 = P_{78}$ - отходы $L43 = L44 \cdot 100/L46$ $L44 = K44 \cdot L47/(100-L47)$ $L45 = L43-L44$ $L46 =$ исходные данные для расчета B52 $L47 =$ исходные данные для расчета B51 $L50 =$ отвал
$M42 = P_{79}$ - вход $M43 = K43+L43$ $M44 = K44+L44$ $M45 = M43-M44$ $M46 = M44 \cdot 100/M43$
<b><math>N41 + O41 + P41 + Q41 + R41 =</math> барабан FibreFlow</b>
$N42 = P_{80}$ - отходы зоны сортирования $N43 = N44 \cdot 100/N46$ $N44 = M44 \cdot N47/(100-N47)$ $N45 = N43-N44$ $N46 =$ исходные данные для расчета B54 $N47 =$ исходные данные для расчета B53 $N50 =$ утилизация
$O42 = P_{81}$ - зона сортирования $O43 = M43+N43$ $O44 = M44+N44$ $O45 = M45+N45$ $O46 = O44 \cdot 100/O43$
$P42 = P_{82}$ - спрыски $P43 = P48 \cdot$ исходные данные для расчета B4 $P44 = P43 \cdot P46/100$ $P45 = P43-P44$ $P46 =$ исходные данные для расчета B57 $P48 =$ спрысковая система C9
$Q42 = P_{83}$ - фильтрат $Q43 = O43-P43-R43$ $Q44 = O44-P44-R44$ $Q45 = Q43-Q44$ $Q46 =$ баланс оборотной воды C35
$R42 = P_{84}$ - макулатура $R43 = P43 \cdot (Q46-P46)/(R46-Q46)+O43 \cdot (O46-Q46)/(R46-Q46)$ $R44 = R43 \cdot R46/100$ $R45 = R43-R44$ $R46 = 100-$ исходные данные для расчета B55

<b>B50 + C50 + D50 + E50 + F50 = Установка локальной очистки избыточной оборотной воды</b>
<p>A51 = технологический передел  A52 = позиция на балансовой схеме  A53 = P - общее количество, кг  A54 = A - абсолютно-сухое вещество, кг  A55 = B - вода, кг  A56 = с - концентрация или сухость, %  A57 = оборотный брак или соотношение, δ, %  A58 = расход воды (пара), л/мин</p>
<b>B51 + C51 + D51 + E51 + F51 = напорный флотатор 1</b>
<p>B52 = P<sub>85</sub> - изб. обор вода  B53 = баланс оборотной воды B44  B54 = баланс оборотной воды C44  B55 = баланс оборотной воды D44  B56 = B54*100/B53</p>
<p>C52 = P<sub>86</sub> - сатур осв. вода  C53 = B53 · C57/(100-C57)  C54 = C53 · C56/100  C55 = C53-C54  C56 = исходные данные для расчета B57</p>
<p>C57 = исходные данные для расчета B56  D52 = P<sub>87</sub> - вход  D53 = B53+C53  D54 = B54+C54  D55 = B55+C55  D56 = D54 · 100/D53</p>
<p>E52 = P<sub>88</sub> - осветленная вода  E53 = D53-F53  E54 = D54-F54  E55 = E53-E54  E56 = исходные данные для расчета B57</p>
<p>F52 = P<sub>89</sub> - флотошлам  F53 = D53 · (D56-E56)/(F56-E56)  F54 = F53 · F56/100  F55 = F53-F54  F56 = исходные данные для расчета B58</p>

<b><math>B60 + C60 + D60 + E60 + F60 =</math> Установка локальной очистки избыточного фильтрата и сточной воды</b>
<p>A61 = технологический передел  A62 = позиция на балансовой схеме  A63 = P - общее количество, кг  A64 = A - абсолютно-сухое вещество, кг  A65 = B - вода, кг  A66 = с - концентрация или сухость, %  A67 = оборотный брак или соотношение, <math>\delta</math>, %  A68 = расход воды (пара), л/мин</p>
<b><math>B61 + C61 + D61 + E61 + F61 =</math> напорный флотатор 2</b>
<p>B62 = <math>P_{90}</math> - изб. фильтрат  B63 = баланс оборотной воды B59  B64 = баланс оборотной воды C59  B65 = баланс оборотной воды D59  B66 = <math>B64 \cdot 100 / B63</math></p>
<p>C62 = <math>P_{91}</math>- сатурированная осветленная вода  C63 = <math>B63 \cdot C67 / (100 - C67)</math>  C64 = <math>C63 \cdot C66 / 100</math>  C65 = <math>C63 - C64</math>  C66 = исходные данные для расчета B60  C67 = исходные данные для расчета B59</p>
<p>D62 = <math>P_{92}</math> - вход  D63 = <math>B63 + C63</math>  D64 = <math>B64 + C64</math>  D65 = <math>B65 + C65</math>  D66 = <math>D64 \cdot 100 / D63</math></p>
<p>E62 = <math>P_{93}</math> - осв. вода  E63 = <math>D63 - F63</math>  E64 = <math>E63 \cdot E66 / 100</math>  E65 = <math>E63 - E64</math>  E66 = исходные данные для расчета B60</p>
<p>F62 = <math>P_{94}</math> - флотошлам  F63 = <math>D63 \cdot (D66 - E66) / (F66 - E66)</math>  F64 = <math>F63 \cdot F66 / 100</math>  F65 = <math>F63 - F64</math>  F66 = исходные данные для расчета B61</p>

<b>B70 + C70 + D70 = Установка ультрафильтрации</b>
<p>A71 = технологический передел  A72 = позиция на балансовой схеме  A73 = P - общее количество, кг  A74 = A - абсолютно-сухое вещество, кг  A75 = B - вода, кг  A76 = c - концентрация или сухость, %  A77 = оборотный брак или соотношение, δ,%  A78 = расход воды (пара), л/мин</p>
<p>B72 = P<sub>95</sub> - вход  B73 = баланс оборотной воды B67  B74 = баланс оборотной воды C67  B75 = B73-B74  B76 = B74 · 100/B73</p>
<p>C72 = P<sub>96</sub> - осадок  C73 = C74 · 100/C76  C74 = B74  C75 = C73-C74  C76 = исходные данные для расчета B64</p>
<p>D72 = P<sub>97</sub> - фильтрат  D73 = B73-C73  D74 = B74-C74  D75 = B75-C75  D76 = D74 · 100/D73</p>
<b>B80 + C80 + D80 = Установка обезвоживания осадка</b>
<p>A81 = технологический передел  A82 = позиция на балансовой схеме  A83 = P - общее количество, кг  A84 = A - абсолютно-сухое вещество, кг  A85 = B - вода, кг  A86 = c - концентрация или сухость, %  A87 = оборотный брак или соотношение, δ,%  A88 = расход воды (пара), л/мин</p>
<p>B82 = P<sub>98</sub> - осадок  B83 = F63+C73  B84 = F64+C74  B85 = B83-B84  B86 = B84 · 100/B83</p>
<p>C82 = P<sub>99</sub> - осадок обезвоженный  C83 = B83-D83  C84 = B84-D84  C85 = C83-C84  C86 = исходные данные для расчета B65</p>

$D82 = P_{100}$ - фильтрат $D83 = B83 \cdot (C86-B86)/(C86-D86)$ $D84 = D83 \cdot D86/100$ $D85 = D83-D84$ $D86 =$ исходные данные для расчета $B66$
<b><math>B90 + C90 + D90 =</math> Установка прессования отходов зоны прессования</b>
$A91 =$ технологический передел $A92 =$ позиция на балансовой схеме $A93 = P$ - общее количество, кг $A94 = A$ - абсолютно-сухое вещество, кг $A95 = B$ - вода, кг $A96 = c$ - концентрация или сухость, % $A97 =$ оборотный брак или соотношение, $\delta, \%$ $A98 =$ расход воды (пара), л/мин
$B92 = P_{80}$ - осадок $B93 = N43$ $B94 = N44$ $B95 = N45$ $B96 = B94 \cdot 100/B93$
$C92 = P_{101}$ - осадок обезвоженный $C93 = B93-D93$ $C94 = B94-D94$ $C95 = C93-C94$ $C96 =$ исходные данные для расчета $B67$
$D92 = P_{102}$ - фильтрат $D93 = B93 \cdot (C96-B96)/(C96-D96)$ $D94 = D93 \cdot D96/100$ $D95 = D93-D94$ $D96 =$ исходные данные для расчета $B68$

После выполнения расчета составляют баланс водной системы - табл. 7 и табл. 8.

Таблица 7. Баланс тепловой воды

Лист 7 = тёплая вода			
A1 = Статья прихода и расхода	B1 + C1 + D1 = Количество, л/т		
A2 = Из вакуумной системы	B2 = механически очищенная вода B2		
A3 = Из ЦСС	B3 = механически очищенная вода B3		
A4 = Из системы охлаждения	B4 = механически очищенная вода B4		
A5 = Из ТРА, P <sub>5</sub>	B5 = расчет F4		
A6 = Из установки ультрафильтрации	B6 = расчет D73		
A7 = Всего	B7 = B2+B3+B4+B5+B6		
A8 = Спрыск напорного ящика 1, P <sub>17</sub>		C8 = расчет F13	
A9 = Спрыск напорного ящика 2, P <sub>37</sub>		C9 = расчет G23	
A10 = Спрысковая система КДМ		C10 = баланс оборотной воды B21	
A11 = Всего		C11 = C8+C9+C10	
A12 = Избыток			D12 = B7-C11

Таблица 8. Баланс оборотной воды

Лист 8 = Баланс оборотной воды									
A1 + B1 + C1 + D1 + E1 + F1 + G1 + H1 + I1 + J1 = Баланс оборотной воды									
A2 + A3 = Статья прихода и расхода	B2 + C2 + D2 = Приход			E2 + F2 + G2 = Расход			H2 + I2 + J2 = Избыток		
	B3 = P, кг	C3 = A, кг	D3 = B, л	E3 = P, кг	F3 = A, кг	G3 = B, л	H3 = P, кг	I3 = A, кг	J3 = B, л
A4 + B4 + C4 + D4 + E4 + F4 + G4 + H4 + I4 + J4 = Бассейн подсеточной воды									
A5 = Из формулю- щего устройства верхней сетки, P <sub>15</sub>	B5 = расчет D13	C5 = расчет D14	D5 = расчет!D15						
A6 = Из формулю- щего устройства верхней сетки, P <sub>34</sub>	B6 = расчет D23	C6 = расчет D24	D6 = расчет D25						
A7 = Всего	B7 = B5+B6	C7 = C5+C6	D7 = D5+D6						
A8 = Концент- рация, %		C8 = C7·100/B7							
A9 = РК после машинного бассейна 1, P <sub>21</sub>				E9 = расчет J13	F9 = расчет J14	G9 = расчет J15			
A10 = РК после смесительного бассейна 1, P <sub>23</sub>				E10 = расчет L13	F10 = расчет L14	G10 = расчет L15			
A11 = РК после бассейна-аккумулятора 1, P <sub>25</sub>				E11 = расчет N13	F11 = расчет N14	G11 = расчет N15			
A12 = РК после машинного бассейна 2, P <sub>41</sub>				E12 = расчет K23	F12 = расчет K24	G12 = расчет K25			

A13 = РК после смесительного бассейна 2, P <sub>43</sub>				E13 = расчет M23	F13 = расчет M24	G13 = расчет M25			
A14 = РК после бассейна массы, P <sub>45</sub>				E14 = расчет O23	F14 = расчет O24	G14 = расчет O25			
A15 = Всего				E15 = E9+E10+E 11+E12+ E13+E14	F15 = F9+F10+F1 1+F12+ F13+F14	G15 = G9+G10+G1 1+G12+ G13+G14			
A16 = Избыток							H16 = B7-E15	I16 = C7-F15	J16 = D7-G15
<b>A17 + B17 + C17 + D17 + E17 + F17 + G17 + H17 + I17 + J17 = Бассейн оборотной воды</b>									
A18 = Избыток из бассейна подсеточной воды	B18 = H16	C18 = I16	D18 = J16						
A19 = Сосунная вода прессовой части, P <sub>9</sub>	B19 = расчет I4	C19 = расчет I5	D19 = расчет I6						
A20 = Сосунная вода гауч-вала, P <sub>11</sub>	B20 = расчет L4	C20 = расчет L5	D20 = расчет L6						
A21 = Спрысковая вода	B21 = спрыско- вая систе- ма C8* ис- ходные данные для расчета B4		D21 = B21						

A22 = Всего	B22 = B18+B19+ B20+B21	C22 = C18+C19+ C20+C21	D22 = D18+D19+ D20+D21						
A23 = Концентрация, %		C23 = C22·100/B22							
A24 = РК после ТДУ, P <sub>47</sub>				E24 = расчет Q23	F24 = расчет Q24	G24 = расчет Q25			
A25 = ГР прес-совой части, P <sub>60</sub>				E25 = расчет E33	F25 = расчет E34	G25 = расчет E35			
A26 = ГР сушильной части и наката, P <sub>62</sub>				E26 = расчет H33	F26 = расчет H34	G26 = расчет H35			
A27 = Всего				E27 = E24+E25+ E26	F27 = F24+F25+ F26	G27 = G24+G25+ G26			
A28 = Избыток							H28 = B22- E27	I28 = C22-F27	J28 = D22-G27
<b>A29 + B29 + C29 + D29 + E29 + F29 + G29 + H29 + I29 + J29 = Бассейн фильтрата сгустителей ТДУ</b>									
A30 = Фильтрат сгустителя 1, P <sub>27</sub>	B30 = расчет P13	C30 = расчет P14	D30 = расчет P15						
A31 = Фильтрат ТДУ, P <sub>49</sub>	B31 = расчет S23	C31 = расчет S24	D31 = расчет S25						
A32 = Фильтрат сгустителя 2, P <sub>52</sub>	B32 = расчет V23	C32 = расчет V24	D32 = расчет V25						
A33 = Фильтрат сгустителя 3, P <sub>60</sub>	B33 = расчет L33	C33 = расчет L34	D33 = расчет L35						
A34 = Всего	B34 = B30+B31+ B32+B33	C34 = C30+C31+ C32+C33	D34 = D30+D31+ D32+D33						
A35 = Концентрация, %		C35 = C34·100/B34							

Продолжение табл. 8

A36 = Разбавление перед сгустителем 1, P <sub>30</sub>				E36 = расчет S13	F36 = расчет S14	G36 = расчет S15			
A37 = Разбавление перед сгустителем 2, P <sub>55</sub>				E37 = расчет Y23	F37 = расчет Y24	G37 = расчет Y25			
A38 = Разбавление отходов многоступ. сортировки, P <sub>70</sub>				E38 = расчет D43	F38 = расчет D44	G38 = расчет D45			
A39 = Разбавление отходов многоступ. сортировки, P <sub>73</sub>				E39 = расчет G43	F39 = расчет G44	G39 = расчет G45			
A40 = Разбавление макулатурной массы в барабане, P <sub>83</sub>				E40 = расчет Q43	F40 = расчет Q44	G40 = расчет Q45			
A41 = Всего				E41 = E36+E37+ E38+E39+ E40	F41 = F36+F37+ F38+F39+ F40	G41 = G36+G37+ G38+G39+ G40			
A42 = Избыток							H42 = B34-E41	I42 = C34-F41	J42 = D34-G41

A43 + B43 + C43 + D43 + E43 + F43 + G43 + H43 + I43 + J43 = Бассейн избыточной оборотной воды									
A44 = Из бассейна оборотной воды, P <sub>85</sub>	B44 = H28	C44 = I28	D44 = J28						
A45 + B45 + C45 + D45 + E45 + F45 + G45 + H45 + I45 + J45 = Бассейн избыточной оборотной воды									
A46 = Из флота-тора 1, P <sub>88</sub>	B46 = расчет E53	C46 = расчет E54	D46 = расчет E55						
A47 = Спрыски сгустителя 1, P <sub>29</sub>				E47 = расчет R13	F47 = расчет R14	G47 = расчет R15			
A48 = Спрыски сгустителя 2, P <sub>54</sub>				E48 = расчет X23	F48 = расчет X24	G48 = расчет X25			
A49 = Спрыски сгустителя 3, P <sub>65</sub>				E49 = расчет K33	F49 = расчет K34	G49 = расчет K35			
A50 = Сатурированная вода, P <sub>86</sub>				E50 = расчет C53	F50 = расчет C54	G50 = расчет C55			
A51 = Спрыски барабана, P <sub>82</sub>				E51 = расчет P43	F51 = расчет P44	G51 = расчет P45			
A52 = Отбойный спрыск, P <sub>57</sub>				E52 = расчет B33	F52 = расчет B34	G52 = расчет B35			
A53 = Всего				E53 = E47+E48+ E49+E50+ E51+E52	F53 = F47+F48+ F49+F50+ F51+F52	G53 = G47+G48+ G49+G50+ G51+G52			
A54 = Избыток							H54 = B46-E53	I54 = C46-F53	J54 = D46-G53

<b>A55 + B55 + C55 + D55 + E55 + F55 + G55 + H55 + I55 + J55 = Бассейн избытка фильтрата сгустителей и сточной воды</b>									
A56 = Из бассейна фильтрата	B56 = H42	C56 = I42	D56 = J42						
A57 = Фильтрат установки обезвоживания, осадка, P <sub>100</sub>	B57 = значение показателя	C57 = значение показателя	D57 = значение показателя						
A58 = Фильтрат установки прессования отходов, P <sub>103</sub>	B58 = значение показателя	C58 = значение показателя	D58 = значение показателя						
A59 = Всего, P <sub>90</sub>	B59 = B56+B57+B58	C59 = C56+C57+C58	D59 = D56+D57+D58						
<b>A60 + B60 + C60 + D60 + E60 + F60 + G60 + H60 + I60 + J60 = Бассейн осветленной воды напорного флотатора 2</b>									
A61 = Из флотатора 2, P <sub>93</sub>	B61 = расчет E63	C61 = расчет E64	D61 = расчет E65						
A62 = Сатурированная вода, P <sub>91</sub>				E62 = расчет C63	F62 = расчет C64	G62 = расчет C65			
							H63 = B61-E62	I63 = C61-F62	J63 = D61-G62
<b>A64 + B64 + C64 + D64 + E64 + F64 + G64 + H64 + I64 + J64 = Бассейн избыточной осветленной воды</b>									
A65 = Из бассейна осветленной воды флотатора 1	B65 = H54	C65 = I54	D65 = J54						
A66 = Из бассейна осветленной воды флотатора 2	B66 = H63	C66 = I63	D66 = J63						
A67 = Всего	B67 = B65+B66	C67 = C65+C66	D67 = D65+D66						

## 2.4. Составление сводной таблицы проектного материального баланса

Таблица 9. Сводная таблица материального баланса

Лист 9 = Сводная таблица проектного материального баланса						
A1 + B1 + C1 + D1 + E1 + F1 + G1 = Сводная таблица						
A2 + A3 = Статья прихода и расхода	B2 + C2 + D2 = Приход			E2 + F2 + G2 = Расход		
	B3 = P, кг	C3 = A, кг	D3 = B, кг	E3 = P, кг	F3 = A, кг	G3 = B, кг
A4 = Макулатура, P <sub>84</sub>	B4 = расчет R43	C4 = расчет R44	D4 = расчет R45			
A5 = Механически очищенная вода	B5 = механи- чески очищен- ная вода B5		D5 = B5			
A6 = Пар, P <sub>50</sub>	B6 = расчет T23		D6 = B6			
A7 = Картон, P <sub>1</sub>				E7 = расчет B4	F7 = расчет B5	G7 = расчет B6
A8 = Отходы грубого сортирования, P <sub>84</sub>				E8 = расчет L43	F8 = расчет L44	G8 = расчет L45
A9 = Отходы сортирования, P <sub>101</sub>				E9 = расчет C93	F9 = расчет C94	G9 = расчет C95
A10 = Отходы установ- ки обезвоживания, P <sub>99</sub>				E10 = расчет C83	F10 = расчет C84	G10 = расчет C85
A11 = Избыточная теплая вода				E11 = теплая вода D12		G11 = E11
A12 = Всего	B12 = B4+ B5+B6	C12 = C4	D12 = D4+ D5+D6	E12 = E7+E8+ E9+E10+E11	F12 = F7+F8+ F9+F10	G12 = G7+G8+ G9+G10+G11

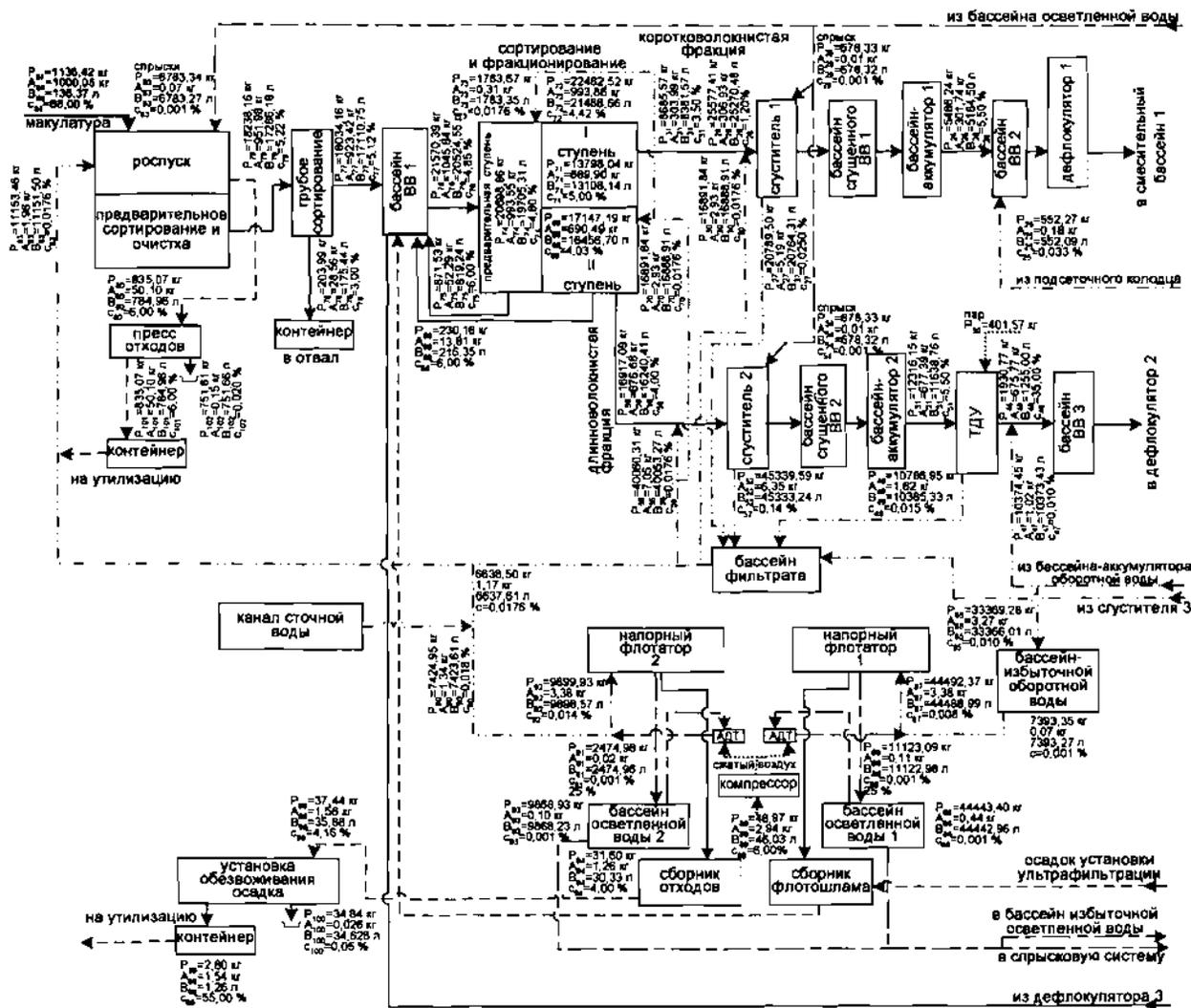


Рис. 3. Балансовая схема



## 2.5. Внесение результатов расчета в балансовую схему

После выполнения расчетов результаты вносятся в балансовую схему. На рис. 3 представлен пример балансовой схемы рециклинга тарного картона.

---

### Библиографический список

Наилучшие существующие технологии в целлюлозно-бумажной промышленности. СПб.: Санкт-Петербургская общественная организация «Экология и бизнес», 2004. - 540 с.

Положение о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса. - М.: Химия, 2000. - 50 с.

Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel/профессиональная работа. - М: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 448 с.

Макарова Н.В., Трофимец В.Я. Статистика в Excel: учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 386 с.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
1. Модель наилучшей существующей технологии переработки вторичных волокон . . . . .	4
2. Порядок расчета проектного материального баланса производства картона из вторичных волокон . . . . .	5
2.1. Составление балансовой блок-схемы технологического потока .	10
2.2. Составление исходных данных для расчета. . . . .	–
2.3. Расчет проектного материального баланса . . . . .	15
2.4. Составление сводной таблицы проектного материального баланса..	39
2.5. Внесение результатов расчета в балансовую схему . . . . .	42
Библиографический список . . . . .	–

Алёна Юрьевна Шмаракова  
Татьяна Алексеевна Стебунова  
Эдуард Львович Аким

Расчет материального баланса производства картона из вторичных волокон (с использованием компьютерной программы EXCEL)

Методические указания

Редактор и корректор Т.А. Смирнова

Техн. редактор Л.Я. Титова

---

Подп. к печати 02.10.2008. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 3.

Печать офсетная. Объем 2,75 печ. л., 2,75 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз. Изд. № 98. Цена «С». Заказ

---

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного  
технологического университета растительных полимеров, 198095, Санкт-  
Петербург, ул. Ивана Черных, 4