

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Факультет прикладной биотехнологии и инженерии
Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств
Кафедра пищевой биотехнологии

С. П. Василевская, В.Ю. Полищук, В. П. Попов, Г.А. Сидоренко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕ- ГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151000.62 Технологические машины и оборудование, 260800.68 Технология продукции и организация общественного питания

Оренбург
2012

УДК 663(076.5)
ББК 36.81я7
О14

Рецензент – доцент, кандидат технических наук С.С. Тарасенко

О14 Определение комплексной интегральной оценки эффективности технологии производства пива : методические указания / С.П. Василевская, В. Ю. Полищук, В.П. Попов, Г.А. Сидоренко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ. 2012. – 21 с.

Основное содержание: общие зависимости баланса сухих веществ и воды, порядок расчета количественного распределения исходных сырьевых компонентов и готовой продукции и отходов на примере производства пива, методика расчета эффективности используемой технологии.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программе высшего профессионального образования по направлению подготовки 151000.62 Технологические машины и оборудование по курсу «Учебно-исследовательская работа студентов» и по направлению подготовки 260800.68 Технология продукции и организация общественного питания по курсу «Научные основы производства продуктов питания».

УДК 663(076.5)
ББК 36.81я7

© Василевская С.П.,
Полищук В.Ю.,
Попов В.П.,
Сидоренко Г.А. 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

1 Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходов	4
1.1 Общие зависимости баланса сухих веществ и воды	4
1.2 Расчет баланса сухих веществ и воды при производстве пива	6
2 Расчет эффективности используемой технологии	14
3 Задание	17
Список использованных источников	21

1 Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов в готовой продукции и отходов

1.1 Общие зависимости баланса сухих веществ и воды

Исходные данные для расчета включают качественные и количественные показатели сырья, технологическую схему или операторную модель процесса, ассортимент выпускаемой продукции, нормы потерь различного вида и их качественную характеристику.

Расчет количественного распределения исходных сырьевых компонентов заключается в определении доли каждого исходного компонента в готовой продукции и отходах.

Технологический процесс производства любой продукции фактически заключается в перераспределении сухих веществ и влаги, а также в частичном преобразовании их в другие компоненты.

Определение количества сухих веществ, содержащегося в i -го исходном компоненте B_{ci} в килограммах производится по формуле

$$B_{ci} = V_i \frac{100 - W_i}{100}, \quad (1)$$

где V_i – норма расхода i -го компонента сырья на единицу продукции, кг;

W_i – влажность i -го компонента сырья, %.

Количество влаги, содержащееся в i -ом исходном компоненте B_i в килограммах определяется по формуле

$$B_i = V_i - B_{ci}. \quad (2)$$

При объединении компонентов (приготовление сусла, внесение в сусло хмеля и т.д.) подсчитываются отдельно суммы: ΣV_i , ΣB_{ci} , ΣB_i .

При отделении от смеси i -го отхода в количестве V_j^o с влажностью W_j^o в нем определяются следующие параметры:

- количество сухих веществ

$$B_{Cj}^o = V_j^o \frac{100 - W_j^o}{100}; \quad (3)$$

- количество воды

$$B_j^o = V_j^o - B_{Cj}^o. \quad (4)$$

Количество сухих веществ, отделенное от i -го компонента смеси B_{Cij}^o в килограммах определяется по формуле

$$B_{Cij}^o = \beta_i B_{Cj}^o, \quad (5)$$

где $\beta_i = \frac{V_i}{\sum V_i}$ – массовая доля i -го компонента смеси.

Количество, перешедшего из смеси в j -ый отход i -го компонента V_{ij}^o в килограммах определяется по формуле

$$V_{ij}^o = \frac{100 B_{Cij}^o}{100 - W_j^o}. \quad (6)$$

Количество влаги i -го компонента, перешедшего из смеси в j -ый отход B_{ij}^o в килограммах составляет

$$B_{ij}^o = V_{ij}^o - B_{Cij}^o. \quad (7)$$

Количество полуфабриката $\Sigma V'$, влаги $\Sigma B'_{Ci}$ и сухих веществ $\Sigma B'_i$ в нем после отделения отхода определяется по формулам

$$\Sigma V' = \Sigma V_i - V_{ij}^o; \quad (8)$$

$$\Sigma B'_{Ci} = \Sigma B_{Ci} - B_{Cij}^o; \quad (9)$$

$$\Sigma B'_i = \Sigma B_i - B_{ij}^o. \quad (10)$$

Расчет сводится к последовательному добавлению количеств ингредиентов и отнятию количеств отходов согласно технологии производства вплоть до получения готовой продукции.

1.2 Расчет баланса сухих веществ и воды при производстве пива

Рассмотрим два варианта технологии производства пива: до реконструкции, когда жидкие отходы реализуются непосредственно потребителю; и после реконструкции, когда солодовая дробина смешивается с отходами при полировке солода и с измельченными зерновыми отходами, экструдирована и высушивается.

Расчет производится на 1 дал товарного пива.

Количество сухих веществ B_{Ci} и влаги B_i , содержащихся в солоде, ячмене и хмеле, определяем соответственно по формулам (1) и (2).

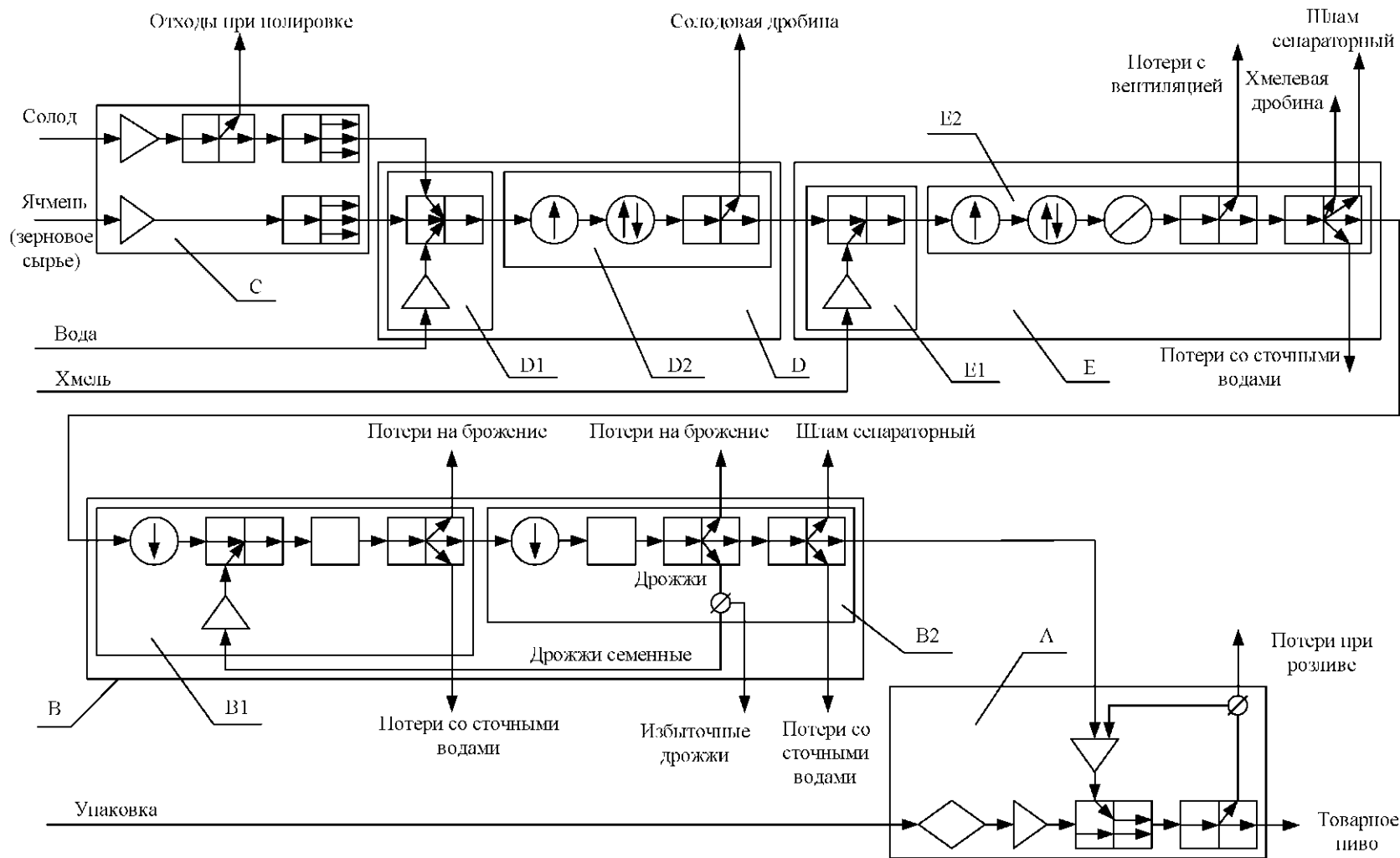
Количество сухих веществ и влаги в отходах всех видов определяем по формулам (3) и (4).

Технология производства пива показана операторной моделью (рисунок 1). Расшифровка обозначений операторной модели приведена в таблице 1.

В соответствии с операторной моделью первоначально от солода отделяются отходы при полировке (подсистема С).

Количество сухих веществ, отделенное от солода, определим по формуле (5).

Количество солода, перешедшего в отходы при полировке, определяем по формуле (6).



А - подсистема формирования товарного пива; В - подсистема сбраживания и осветления пивного сусла; В1 - блок главного брожения пивного сусла; В2 - блок дображивания и осветления; С - подсистема подготовки зернового сырья; D - подсистема подготовки пивного сусла; D1 - блок затирания сусла; D2 - блок соложения сусла; Е - подсистема охмеления сусла; Е1 - блок введения хмеля в сусло; Е2 - блок кипячения сусла с хмелем.

Рисунок 1 - Операторная модель производства традиционных сортов пива

Таблица 1 – Расшифровка обозначений операторной модели

Содержание операции	Обозначение
Измельчение	
Экструдирование	
Разделение (отделение)	
Смешивание без сохранения поверхности раздела	
Смешивание с сохранением поверхности раздела	
Сложный процесс (в данном случае брожение)	
Ориентирование	
Дозирование	
Нагревание	
Охлаждение	
Термостатирование	
Изменение агрегатного состояния	

Количество влаги, перешедшей в отходы при полировке из солода, определяем по формуле (7).

Количество солода после полировки, содержание влаги и сухих веществ в нем определяем по формулам (8, 9, 10).

Далее производится приготовление исходного сусла (блок D1).

Количество воды, необходимое для приготовления сусла, V_4 в килограммах найдем по формуле

$$V_4 = \frac{\sum V_i (W_{исх.сусла} - W_i)}{100 - W_{исх.сусла}}, \quad (11)$$

где V_i – количество компонентов, входящих в сусло, кроме воды, кг;

W_i – влажность компонентов, входящих в сусло, кроме воды, %.

Количество сточных вод $V_{ст.вод}$ в килограммах вычисляется по формуле

$$V_{ст.вод} = V_{н.в.} \frac{100 - W_{ст.вод}}{100}, \quad (12)$$

где $V_{н.в.}$ – объем промывных вод, л (кг), $V_{н.в.} = V_a - V_4$;

$V_в$ – общий объем воды, расходуемый на производство 1 дал пива, л (кг);

V_4 – количество воды, необходимое для приготовления исходного сусла, л (кг);

$W_{ст.вод}$ – массовая доля воды в сточных водах, %.

Количество сусла, содержание сухих веществ и воды в нем подсчитываем путем определения сумм $\sum V_i$, $\sum B_{Ci}$, $\sum B_i$.

При отделении солодовой дробины (блок D2) количество сухих веществ, отделенное от солода и ячменя, определяем по формуле (5).

Количество солода и ячменя, перешедшего в солодовую дробину, определяем по формуле (6).

Количество влаги, перешедшей в солодовую дробину из солода и ячменя, определяем по формуле (7).

Количество солода и ячменя, влаги и сухих веществ в них после отделения солодовой дробины определяем по формулам (8, 9, 10).

Подсчитываем суммы $\sum V_i$, $\sum B_{Ci}$, $\sum B_i$ после отделения солодовой дробины.

Далее производится охмеление сусла (подсистема E).

Количество сусла, сухих веществ и воды в нем после внесения хмеля (блок E1), подсчитываем путем прибавления к суммам $\sum V_i$, $\sum B_{Ci}$, и $\sum B_i$ соответствующих количеств хмеля.

При отделении хмелевой дробины (блок E2) сухие вещества отделяются

только от хмеля, так как все остальные нерастворенные в сусле сухие вещества уже отделены. Количество сухих веществ, отделенное от хмеля, определяем по формуле (5). При этом β_i принимаем равным единице.

Количество хмеля, перешедшего в хмелевую дробину, определяем по формуле (6). Количество влаги, перешедшей в хмелевую дробину из хмеля, определяем по формуле (7).

Количество хмеля, влаги и сухих веществ в нем после отделения хмелевой дробины определяем по формулам (8, 9, 10).

Подсчитываем суммы ΣV_i , ΣB_{Ci} , ΣB_i после отделения хмелевой дробины.

Все остальные виды потерь (см. рисунок 1), кроме потерь при розливе и отделении избыточных дрожжей, целесообразно учитывать один раз, отделяя (условно) их от сусла после охмеления.

Например, при отделении шлама сепараторного количество сухих веществ, отделенное от солода, ячменя и хмеля, определяем по формуле (5).

Количество солода, ячменя и хмеля, перешедшего в шлам сепараторный, определяем по формуле (6).

Количество влаги, перешедшей в шлам сепараторный из солода, ячменя и хмеля, определяем по формуле (7).

При этом количество хмеля, солода и ячменя определяем по формулам (8, 9, 10), после этого подсчитывая суммы ΣV_i , ΣB_{Ci} , ΣB_i .

При отделении сточных вод общее количество сухих веществ, уносимых со сточными водами, $B_{C_{ст.в}}$ в килограммах найдем по формуле

$$B_{C_{ст.в.}} = V_{ст.в.} - V_{п.в.} \quad (13)$$

Уточненное количество сточных вод $V'_{ст.в.}$ находим по формуле

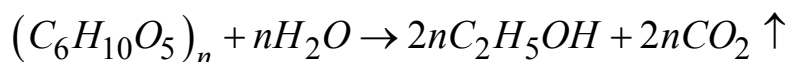
$$V'_{ст.в.} = V_{ст.в.} + \Sigma V_{i_{ст.в.}}^o \frac{W_i}{100}, \quad (14)$$

где $\Sigma V_{i_{ст.в.}}^o$ – количество компонентов сырья (без воды), в сточных водах, кг;

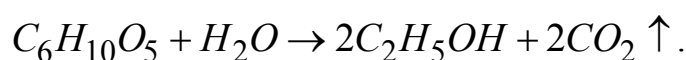
W_i – влажность компонентов сырья (без воды), в сточных водах, %.

Расчет потерь с вентиляцией аналогичен расчету потерь со шламом сепараторным.

При учете потерь на брожение величина потерь определяется по количеству выделившегося в процессе брожения углекислого газа. Брожение происходит по обобщенному уравнению



или



При этом выделяется спирт, который мы условно присоединяем к сухим веществам, расходуется вода и выделяется углекислый газ.

Количество выделившегося углекислого газа V_{CO_2} в килограммах найдем по формуле

$$V_{CO_2} = (C_1 + C_2)V_{сусла}\rho_{сусла}, \quad (15)$$

где C_1 и C_2 – потери на брожение по отношению к количеству холодного сусла

$V_{сусла}$ соответственно на главное брожение и дображивание, %;

$\rho_{сусла}$ – плотность сусла, кг/см³.

Потери в сухих веществах на брожение связаны с тем, что в процессе брожения разлагается часть сухих веществ в количестве, пропорциональном выделившемуся углекислому газу. При этом к сухим веществам присоединяется спирт, также в пропорциональном выделившемуся углекислому газу количестве.

В соответствии с уравнением реакции потери в сухих веществах на брожение V будут

$$V = V_{CO_2} \frac{2M_{C_6H_{10}O_5} - M_{C_2H_5OH}}{2M_{CO_2}}, \quad (16)$$

где $M_{C_6H_{10}O_5}$ – молекулярная масса остатка крахмала, у.е.;

$M_{C_2H_5OH}$ – молекулярная масса этилового спирта, у.е.;

M_{CO_2} – молекулярная масса диоксида углерода, у.е.

Дальнейший расчет потерь на брожение аналогичен расчету потерь со шламом сепараторным.

После отделения выше перечисленных потерь определяются избыточные дрожжи, а затем потери при розливе. Расчеты при их отделении аналогичны расчетам при отделении шлама сепараторного.

Технология переработки солодовой дробины и отходов, получаемых при полировке, осуществляемая после реконструкции, изображена операторной моделью (рисунок 2).

Количество отрубей, необходимых для кондуктивного массообмена после реконструкции, $V_{отр}$ в килограммах рассчитывается по формуле

$$V_{отр} = \frac{W_1 V_1 + W_2 V_2 - W_{сыр.э} (V_1 + V_2)}{W_{сыр.э} - W_{отр}}, \quad (17)$$

где $W_{сыр.э}$ – влажность сырого экструдата, %;

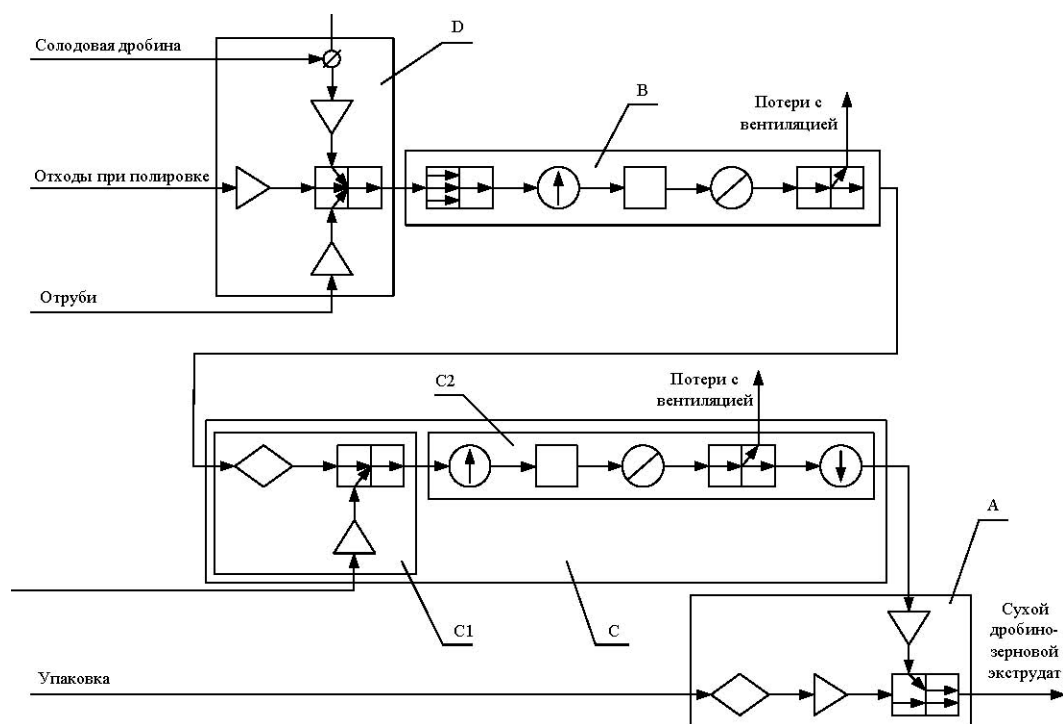
$W_{отр}$ – влажность отрубей, %;

W_1 – влажность отходов при полировке, %;

W_2 – влажность солодовой дробины, %;

V_1 – количество отходов при полировке, получающееся при производстве 1 дал пива, кг;

V_2 – количество солодовой дробины, получающееся при производстве 1 дал пива, кг.



А – подсистема формирования сухого дробино-зернового экструдата; В – подсистема экструдирования дробино-зерновой смеси; С – подсистема влаговоздушно-тепловой обработки дробино-зернового экструдата; С1 – блок увлажнения дробино-зернового экструдата солодовой дробинной; С2 – блок сушки дробино-зернового экструдата; D – подсистема подготовки дробино-зерновой смеси.

Рисунок 2 – Операторная модель переработки солодовой дробины и отходов при полировке солода

Количество воды, уносимое сушильным агентом, B'_e определяется по формуле

$$B'_e = \frac{W_{сыр.э} - W_{сух.э}}{100} (V_{отр} + V_1 + V_2), \quad (18)$$

где $W_{сух.э}$ – влажность сухого экструдата, %.

Потери на вентиляцию после реконструкции увеличивают на величину потерь с сушильным агентом B'_e по сравнению с потерями до реконструкции.

Количество сухого дробино-отрубного экструдата $V_{сух.э}$ находят по формуле

$$V_{сух.э} = V_{отр} + V_1 + V_2 + B'_e. \quad (19)$$

Остальные виды потерь и побочных продуктов остаются прежними.

2 Расчет эффективности используемой технологии

Эффективность использования передовых технологий по переработке отходов будем характеризовать критерием безотходности технологического процесса:

$$K_{\sigma} = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_i^c V_i^c}, \quad (20)$$

где H_j^o – стоимость сырьевых компонентов, заложенная в единицу массы j -го вида отходов, руб,

$$H_j^o = \sum H_i^c \beta_{ij}, \quad \sum \beta_{ij} = 1;$$

H_i^c – стоимость единицы массы i -го сырьевого компонента, руб;

β_{ij} – доля i -го вида сырьевого компонента в j -ом виде отходов, руб.

Совершенство получаемой из отходов продукции будем оценивать критерием глубины переработки сырья:

$$K_2 = 1 - \frac{\sum H_j^o V_j^o}{\sum H_l^n V_l^n - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o}, \quad (21)$$

где H_l^n – стоимость единицы массы l -го продукта, вырабатываемого из рассматриваемого сырья, руб;

V_l^n – масса l -го продукта, вырабатываемого из рассматриваемого сырья, кг.

H_j^u – стоимость нейтрализации единицы массы j -го отхода, руб.

Имеется потребность во введении критерия экологичности технологического процесса. Насколько опасна для окружающей среды применяемая технологии по нейтрализации отходов будем оценивать критерием экологичности

$$K_9 = 1 - \frac{\sum H_j^u V_j^o}{\sum H_l^n V_l^n - \sum (H_j^o + H_j^u) V_j^o}. \quad (22)$$

Перечисленные критерии являются составляющей частью интегрального критерия эффективности технологического процесса

$$K_{тэ} = K_6 K_2 K_9. \quad (23)$$

Для расчета по предложенной методике использованы электронные таблицы Excel. Схема заполнения ячеек приведена в таблице 2.

Расчет расхода сухих веществ и воды на тот или иной вид отходов и остатка сухих веществ в полуфабрикатах и готовом продукте после отделения данных отходов	Наименование показателя	С3-Т3, С31-Т31 Границ поля	Коды ячеек Столбца	Отдельной ячейки
Влажность отрубей (%), используемых для экструдирования после реконструкции солод, кг				С88 В8
Расход сырья на экстракцию ячменя (рисовая крупа), кг				В87
Влажность сырого экстракта (%)				В89
Влажность сухого экстракта (%)				В90
Расчет того или иного компонента сырья в готовой продукции и отходах	дробина солодовая	D50-Q50, D54-Q54		G32 E3
Расчет того или иного компонента сырья в готовой продукции и отходах	дробина солодовая			G32 E3
Расчет того или иного компонента сырья в готовой продукции и отходах	дрожжи избыточные			G39 R3
Расчет H_i^o для различных видов опилок		B59-V59, B63-V63		C3
Потери $\sum H_j^u V_j^o$ при главном брожении, % к объему существующей холодной суслы		C66-J66, C74-I74		M36
$\sum H_j^u V_j^o$ по технологии	при дображивании холодной суслы	L66-R66, L74-R74		M37
Расчет $\sum H_j^c V_j^c$ по технологии	с вентиляцией, кг/дал	A78-A82, E78-E82		Q3 M35
Плотность суслы, кг/м ³	при розливе, % к товарному пиву	M78-P78, G77-K77	C34-C41	O45 C43, E42, F44
Влажности (%) исходных продуктов, полуфабрикатов и отходов	Существующей			

Расчет $\sum H_j^n V_j^n$ по технологии		G82-K82		
	Предлагаемой	R77-V77, R82-V82		
Расчет $K_{\bar{0}}, K_2, K_3$	Существующей			B84, E84, H84
	Предлагаемой			N85, Q85, V85

Таблица 2 – Пояснения к заполнению электронной таблицы Excel.

3 Задание

Провести расчет баланса сухих веществ и воды при производстве 1 дал пива. Определить эффективность используемой технологии для двух вариантов переработки отходов: до реконструкции, когда жидкие отходы реализуются непосредственно потребителю; и после реконструкции, когда солодовая дробина смешивается с измельченными зерновыми отходами, экструдирована и высушивается. Варианты исходных данных приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Показатели	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
Сорт пива	Жигулевское						
Расход сырья на 1 дал пива, кг:							
солод светлый	1,66	1,63	1,61	1,60	1,58	1,57	1,55
ячмень	0,28	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27	0,27
хмель	0,023	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022	0,021
Влажность сырья, %							
солод светлый	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
ячмень	17,5	17	16,5	16	15,5	15	14,5
хмель	18	17	16	15	14	13	11
Влажность начального сусле, %	89						
Плотность сусле, кг/м ³	1,0442						
Отходы на 1 дал пива, кг:							
дробина солодовая	6,40	5,61	4,99	4,49	4,08	3,74	3,45
дробина хмелевая	0,137	0,124	0,114	0,105	0,098	0,091	0,085
шлам сепараторный	0,042	0,040	0,037	0,035	0,033	0,032	0,031
дрожжи избыточные	0,146	0,128	0,133	0,102	0,093	0,085	0,079
отходы при полировке	0,0084	0,0083	0,0082	0,0082	0,0081	0,0080	0,0079
Влажность отходов, %:							
дробина солодовая	93	92	91	90	89	88	87
дробина хмелевая	90	89	88	87	86	85	84
шлам сепараторный	85	84	83	82	81	80	79
дрожжи избыточные	93	92	91	90	89	88	87
отходы при полировке	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
Потери:							
при главном брожении, % к объему холодного сусле;	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,30	2,28
при дображивании, % к объему холодного сусле;	2,45	2,43	2,41	2,39	2,37	2,35	2,33
с вентиляцией, кг/дал;	0,70	0,66	0,62	0,58	0,54	0,50	0,46
при розливе, % к товарному пиву	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
Общий объем воды, расходуемый на производство 1 дал пива, л (кг)	83,3	73,5	65,8	59,5	54,4	50,0	46,3
Массовая доля влаги в сточных водах, %	99,70	99,66	99,62	99,58	99,54	99,50	99,46
Влажность отрубей, используемых для экструдирования после реконструкции, %	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	14,5	14,0
Влажность сырого экструдата							

та, %	30	37	44	51	58	64	70
Влажность сухого дробино-зернового экструдата, %				12			

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Показатели	Варианты						
	8	9	10	11	12	13	14
Сорт пива	Жигулевское						
Расход сырья на 1 дал пива, кг:							
солод светлый	1,85	1,82	1,80	1,79	1,77	1,75	1,73
рисовая крупа	0,45	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43
хмель	0,038	0,038	0,037	0,037	0,036	0,036	0,035
Влажность сырья, %							
солод светлый	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
рисовая крупа	17,5	17	16,5	16	15,5	15	14,5
хмель	18	17	16	15	14	13	11
Влажность начального сусле, %	89						
Плотность сусле, кг/м ³	1,0442						
Отходы на 1 дал пива, кг:							
дробина солодовая	7,08	6,20	5,51	4,96	4,51	4,13	3,81
дробина хмелевая	0,216	0,196	0,180	0,166	0,154	0,144	0,134
шлам сепараторный	0,050	0,048	0,044	0,042	0,040	0,038	0,036
дрожжи избыточные	0,147	0,129	0,115	0,103	0,094	0,086	0,079
отходы при полировке	0,0092	0,0091	0,0090	0,0089	0,0088	0,0087	0,0086
Влажность отходов, %:							
дробина солодовая	93	92	91	90	89	88	87
дробина хмелевая	90	89	88	87	86	85	84
шлам сепараторный	85	84	83	82	81	80	79
дрожжи избыточные	93	92	91	90	89	88	87
отходы при полировке	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
Потери:							
при главном брожении, % к объему холодного сусле;	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,30	2,28
при дображивании, % к объему холодного сусле;	2,80	2,78	2,76	2,74	2,72	2,70	2,68
с вентиляцией, кг/дал;	0,70	0,66	0,62	0,58	0,54	0,50	0,46
при розливе, % к товарному пиву	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
Общий объем воды, расходуемый на производство 1 дал пива, л (кг)	83,3	73,5	65,8	59,5	54,4	50,0	46,3
Массовая доля влаги в сточных водах, %	99,70	99,66	99,62	99,58	99,54	99,50	99,46
Влажность отрубей, используемых для экструдирования после реконструкции, %	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	14,5	14,0
Влажность сырого экструдата							

та, %	30	37	44	51	58	64	70
Влажность сухого дробино-зернового экстракта, %				12			

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Показатели	Варианты						
	15	16	17	18	19	20	21
Сорт пива	Мартовское						
Расход сырья на 1 дал пива, кг:							
солод светлый	1,32	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24
солод темный	1,06	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99
солод карамельный	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25
хмель	0,023	0,023	0,023	0,023	0,022	0,022	0,021
Влажность сырья, %							
солод светлый	10,6	9,6	8,6	7,6	6,6	5,6	4,6
солод темный	10	9	8	7	6	5	4
солод карамельный	11	10	9	8	7	6	5
хмель	18	17	16	15	14	13	11
Влажность начального сусла, %	85,5						
Плотность сусла, кг/м ³	1,0590						
Отходы на 1 дал пива, кг:							
дробина солодовая	9,04	7,89	7,01	6,31	5,74	5,26	4,86
дробина хмелевая	0,131	0,119	0,109	0,100	0,093	0,087	0,082
шлам сепараторный	0,059	0,055	0,051	0,048	0,046	0,044	0,042
дрожжи избыточные	0,147	0,129	0,115	0,103	0,094	0,086	0,083
отходы при полировке	0,0118	0,0117	0,0116	0,0114	0,0113	0,0112	0,0111
Влажность отходов, %:							
дробина солодовая	93	92	91	90	89	88	87
дробина хмелевая	90	89	88	87	86	85	84
шлам сепараторный	85	84	83	82	81	80	79
дрожжи избыточные	93	92	91	90	89	88	87
отходы при полировке	10,3	9,3	8,3	7,3	6,3	5,3	4,3
Потери:							
при главном брожении, % к объему холодного сусла;	2,40	2,38	2,36	2,34	2,32	2,30	2,28
при дображивании, % к объему холодного сусла;	2,80	2,78	2,76	2,74	2,72	2,70	2,68
с вентиляцией, кг/дал;	0,70	0,66	0,62	0,58	0,54	0,50	0,46
при розливе, % к товарному пиву	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
Общий объем воды, расходуемый на производство 1 дал пива, л (кг)	83,3	73,5	65,8	59,5	54,4	50,0	46,3
Массовая доля влаги в сточных водах, %	99,70	99,66	99,62	99,58	99,54	99,50	99,46
Влажность отрубей, используемых для экструдирования после реконструкции, %							

	17,0	16,5	16,0	15,5	15,0	14,5	14,0
Влажность сырого экструдата, %	30	37	44	51	58	64	70
Влажность сухого дробино-зернового экструдата, %				2			

Список использованных источников

- 1 Дипломное проектирование заводов по производству пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, Р.А. Колчева, Л.А. Херсонова, А.И. Садова. - М.: Агропромиздат, 1987. - 272 с.: ил.- (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. заведений).
- 2 Тихомиров, В. Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств / В.Г. Тихомиров.- М.: Колос, 1999. - 448 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для учащихся средних специальных учебных заведений).- ISBN 5-10-003187-5.
- 3 Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: учеб. для нач. проф. образования / Ермолаева Г.А., Колчева Р.А.; Министерство образования Российской Федерации, Институт развития профессионального образования. - М.: ИРПО; Издат. центр «Академия», 2000. - 416 с.- (Федеральная программа книгоиздания России).- ISBN 5-8222-0118-0 (ИРПО).- ISBN 5-7695-0631-8 (Издат. центр «Академия»).
- 4 Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калунянц, В. Л. Яровенко, В. А. Домарецкий, Р.А. Колчева. - М.: Колос, 1992. - 446 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).- ISBN 5-10-001515-2.
- 5 Панфилов, В.А. Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока) / В.А. Панфилов. - М.: Колос, 1993. - 288 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-10-003040-2.

- 6 Антимонов, С.В. Пути решения проблемы переработки отходов в отрасли хлебопродуктов / С.В. Антимонов, С.П. Василевская // Вестник ОГУ. - 2003. - № 1. - С. 152-154.