

*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВАРИВАНИЯ  
КУКУРУЗНОЙ КРУПКИ И РЕКТИФИКАЦИИ БРАЖКИ*

**Е.Н. КОНСТАНТИНОВ<sup>1</sup>, С.Ю. КСАНДОПУЛО<sup>1</sup>, Т.Г. КОРОТКОВА<sup>1</sup>,  
С.В. ЧЕРЕПОВ<sup>2</sup>, О.А. КРИВОВА<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: intrel@kubstu.ru*

<sup>2</sup> *Майкопский государственный технологический университет,  
352700, Российская Федерация, г. Майкоп, ул. Первомайская, 191;  
электронная почта: porova@maykop.ru*

Представлены результаты исследования процесса разваривания и брагоректификации на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт» (Кабардино-Балкарская республика, г. Нарткала). Проведено моделирование двухступенчатого разваривания кукурузной крупки. В модели учтено изменение температурного режима во времени и отрыв разбухших крахмальных гранул с поверхностного слоя развариваемого материала. Решение системы дифференциальных уравнений в частных производных выполнено методом сеток по неявной схеме. Зависимость коэффициента диффузии от температуры представлена уравнением Аррениуса. Определен параметр идентификации модели – энергия активации диффузии связанной влаги, которая составила 22,412 кДж/моль. Приведены результаты хроматографического анализа бражки, бражного дистиллята, сивушного масла и подсивушной воды. Описана технологическая схема подготовки кукурузной крупки, разваривания и осахаривания. Проведено сравнение покомпонентного состава кукурузных бражек, выработанных на спиртзаводах ООО «Стандарт Спирт» (Кабардино-Балкарская республика, г. Нарткала) и ООО «КХ Восход» (республика Адыгея, г. Майкоп) по высокотемпературному и низкотемпературному развариванию, соответственно. Выполнено моделирование в интегрированной среде HYSYS 6-колонной брагоректификационной установки, состоящей из колонн: бражной, элюрационной, ректификационной, разгонной, сивушной и колонны окончательной очистки, работающей в режиме элюрации. Для получения готового продукта – сивушного масла – установлен декантатор. Рассмотрены отличительные признаки данной схемы от известных. Приведена структурная схема процесса брагоректификации в среде HYSYS. Расчетные данные по качеству ректифицированного спирта согласуются с производственными. Выработан спирт марки «Люкс» с содержанием 2-пропанола менее 1 мг/дм<sup>3</sup>. Приведены фотографии кукурузной крупки, бражки и сивушного масла.

**Ключевые слова:** моделирование, двухступенчатое разваривание, нестационарная диффузия, метод сеток, брагоректификация, технологическая схема, кукурузная бражка, коэффициент диффузии, энергия активации, ректифицированный спирт.

Качество ректифицированного этилового спирта из зерна определяется целым рядом факторов. Оно зависит от вида используемой злаковой культуры, качества дробления, режима разваривания, брожения, брагоректификации и т. п. Основными видами злаковых культур являются пшеница, ячмень, рожь. Ранее на примере ячменной крупки разработана математическая модель

разваривания. В модели использовано уравнение нестационарной диффузии. Показано, что при решении этого уравнения численным методом с использованием неявной схемы можно учесть и изменение температуры в процессе разваривания [1]. Это важно при моделировании многоступенчатого разваривания с поддержанием различных температур на ступенях.

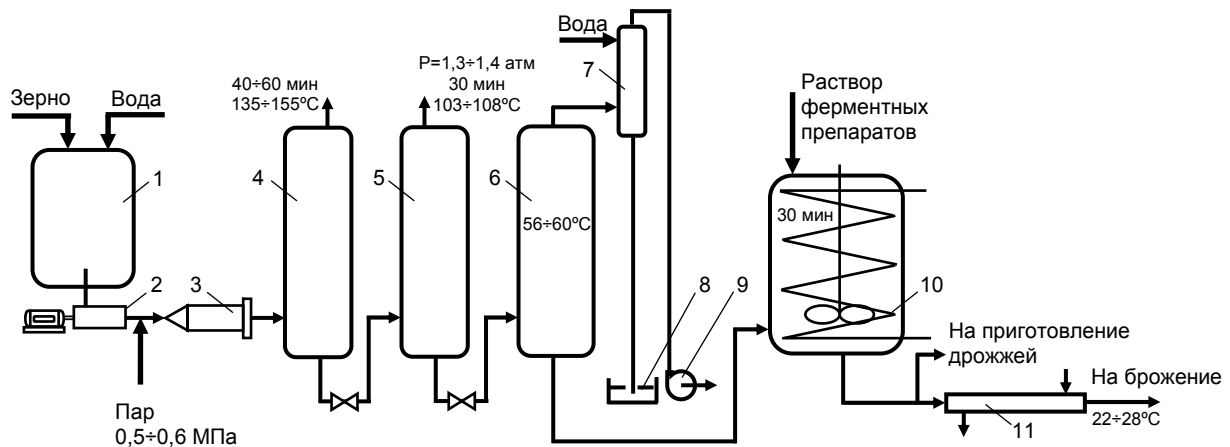
В настоящей работе выполнено моделирование двухступенчатого разваривания кукурузной крупки при 90%-м проходе через сито, имеющее размер отверстий 1 мм.

Кукуруза, поступившая на спиртзавод ООО «Стандарт Спирт» (Кабардино-Балкарская республика, г. Нарткала), была очищена от пыли, земли, камней, металлических и других примесей на магнитной колонке и зерновых сепараторах. Остаточная сорность не превышала 1% по массе зерна. Очищенное зерно взвешено на автоматических весах и направлено на дробление. Измельчение зерна проведено на молотковой дробилке А1-ДР-2-2 (7 т/ч). Водно-тепловая обработка проведена непрерывным способом с целью полного разрушения клеточной структуры сырья и растворения крахмала. На рис. 1 приведен внешний вид кукурузной крупки.

Для приготовления замеса кукурузная крупка смешана с водой при температуре 40–45°C в соотношении 1 : 3÷4. Жидкость в смеситель 1 дозирована с таким расчетом, чтобы концентрация суслу в осахаривателе находилась в пределах 14–18% по сахарометру (рис. 2). Смеситель обеспечивал равномерное размешивание измельченного зерна и воды. Водно-тепловая обработка непрерывным способом проведена в агрегате колонного типа 4, рассчитанном на режим разваривания при давлении пара 0,5–0,6 МПа, что соответствует температуре 135–155°C. Непрерывно действующий агрегат колонного типа состоит из двух контактных головок острого пара 3 и четырех колонн, выполненных в виде полых сосудов 4. Замес насосом 2 подавался через контактную головку 3, проходя через которую, нагревался до температуры 135–155°C.



Рис. 1. Кукурузная крупка, полученная на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт»  
(Кабардино-Балкарская республика, г. Нарткала)



1 – смеситель; 2 – насос; 3 – контактная головка (2 шт.);

4 – выдерживатель ступени I;

5 – паросепаратор-выдерживатель ступени II;

6 – вакуум-испарительная камера; 7 – барометрический конденсатор;

8 – барометрический ящик; 9 – вакуум-насос; 10 – осахариватель;

11 – двухтрубный теплообменник

Рис. 2. Структурная схема подготовки зерновой крупки, разваривания и  
осахаривания

Нагретая масса поступала в выдерживатель ступени I. Продолжительность разваривания составляла 40–60 мин. В паросепараторе-выдерживателе 5 за счет резкого падения давления до 1,3–1,4 кгс/см<sup>2</sup> происходило выделение вторичного пара. При этом разваренная масса охлаждалась до температуры 103–108°C. Масса выдерживалась в паросепараторе в течение 30 мин для более равномерного ее доваривания. Из паросепаратора 5 готовая масса поступала в вакуум-испарительную камеру 6, где происходило ее охлаждение до температуры осахаривания. Разрежение в камере создавали вакуум-насосом. Конденсацию пара осуществляли водой в барометрическом конденсаторе 7. Конденсат вместе с отработанной водой отводили из конденсатора по барометрической трубе в барометрический ящик 8. Охлажденную разваренную массу вдували в осахариватель 10. Качество разваривания определялось визуально не менее четырех раз в смену. Отбор пробы производился из осахаривателя. Разваренная масса имела темно-желтый цвет со светло-коричневым оттенком.

В качестве осахаривающих материалов использованы концентрированные ферментные препараты – глубинные культуры микроорганизмов – продуценты амилолитических ферментов. Процесс осахаривания происходил при температуре 56–60°C. Одновременно в осахариватель через дозирующее устройство подавалось расчетное количество растворов ферментных препаратов альфа-амилазы и глюкоамилазы. Продолжительность процесса осахаривания составляла 30 мин. Осахаренное сусло охлаждалось до температуры складки в теплообменнике типа «труба в трубе» 11, откуда подавалось на брожение. Температура складки сусла составляла 25°C. Продолжительность брожения от начала залива бродильного аппарата до начала перегонки зрелой бражки составляла 70 ч.

На первом этапе разработана математическая модель двухступенчатого разваривания. В работе [1] было показано, что при использовании метода сеток имеется возможность учета изменения температуры и отрыв наружного слоя в процессе разваривания. На ступень I приходит материал, имеющий начальную, постоянную по толщине, влажность, которая равна 14,7 мас. %. Через 50 мин <http://ntk.kubstu.ru/file/9>

обработки при температуре  $145^{\circ}\text{C}$  в материале формируется некоторый профиль концентраций, и он передается с этим профилем на ступень II, где происходит продолжение процесса разваривания при температуре  $106^{\circ}\text{C}$ . Разваривание на обеих ступенях смоделировано как единый взаимосвязанный процесс, в котором в течение 50 мин на всех временных слоях поддерживалась температура, равная  $145^{\circ}\text{C}$ , в последующие 30 мин на последующих временных слоях поддерживалась температура  $106^{\circ}\text{C}$ .

При моделировании процесса разваривания применена неявная схема, в основу которой положен метод конечных разностей. Этот метод численного решения краевых задач для дифференциальных уравнений называют также методом сеток. На рассчитываемый объект (частицу крупки) нанесена сетка с узлами. По оси абсцисс отложена координата в направлении движения диффузанта (воды), по оси ординат отложено время. Производные, входящие в дифференциальные уравнения, и граничные условия заменены соответствующими разностными отношениями в соответствии с формулами численного дифференцирования. В результате записана система линейных алгебраических уравнений относительно значений функций в узлах сетки, каждый узел которой соответствует определенному координатному и временному слою. В итоге получено приближенное решение рассматриваемой задачи нестационарной диффузии.

В качестве максимальной координаты частицы крупки принят ее размер, равный 1 мм, что отвечает в связи с симметричностью задачи величине 0,5 мм. Число координатных слоев сетки принято равным 100. Время разваривания кукурузной крупки на ступени I принято равным 50 мин, на ступени II – 30 мин. Число шагов интегрирования по времени составляет 1600, что соответствует величине временного слоя 3 с. Модель учитывает разрыв крахмальных гранул в результате набухания и отрыв слоев материала, граничащих с жидкой фазой, в период всего процесса вплоть до полного разваривания кукурузной крупки. Разбухшая гранула в момент отрыва слоя имела концентрацию воды порядка 80% мас.

При решении известного уравнения нестационарной диффузии (1) учтено влияние изменения температуры на коэффициент диффузии  $D(T)$  при переходе материала со ступени разваривания I на ступень II, который вычислен по формуле (2)

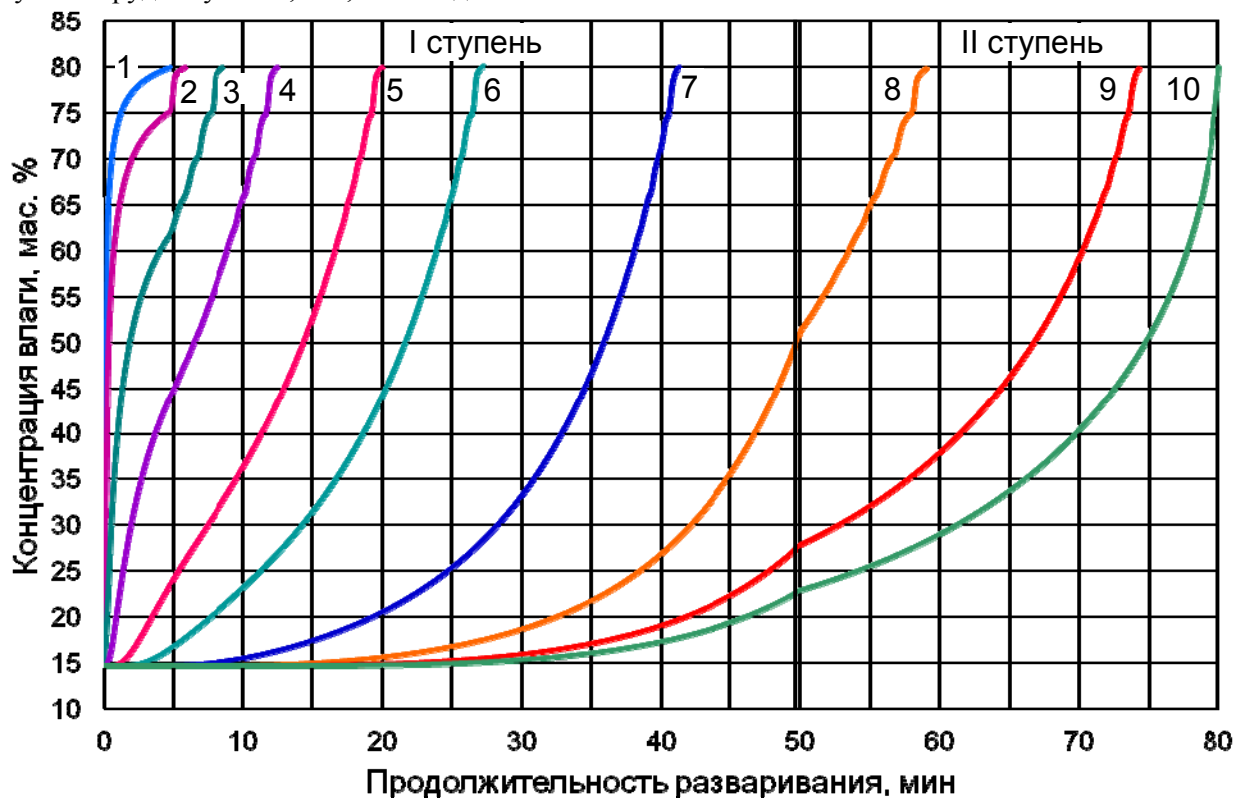
$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D(T) \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

$$D(T) = D_0 e^{-E_{ad}/RT}, \quad (2)$$

где  $C$  – влажность материала, изменяющаяся во времени и в пространстве, м<sup>3</sup> влаги/м<sup>3</sup> влажного материала;  $\tau$  – время, с;  $x$  – координата в направлении, перпендикулярном к слою, м;  $D(T)$  – коэффициент диффузии влаги в материале, м<sup>2</sup>/с;  $D_0$  – предэкспоненциальный множитель (фактор диффузии),  $D_0 = 5,5 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с;  $E_{ad}$  – энергия активации, Дж/моль;  $T$  – абсолютная температура, К;  $R$  – газовая постоянная,  $R = 8,314$  Дж/(моль · К).

Ранее при моделировании ячменной крупки при низкотемпературном разваривании определена энергия активации для диффузии адсорбированной влаги  $E_{ad} = 21,75$  кДж/моль. Энергия активации  $E_{ad}$  в случае разваривания кукурузной крупки без фермента была найдена путем идентификации модели по производственным данным и оказалась равной  $E_{ad} = 22,412$  кДж/моль. При этом коэффициенты диффузии на ступенях I и II составили  $D_I = 8,70 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с при  $t = 145$  °С и  $D_{II} = 4,48 \cdot 10^{-12}$  м<sup>2</sup>/с при  $t = 106$  °С.

Результаты решения уравнения нестационарной диффузии приведены на рис. 3. Отрыв крахмального слоя моделировался путем уменьшения числа координатных слоев на единицу при достижении концентрации влаги в слое 80 об. %. Расчет заканчивался при отрыве всех крахмальных слоев. В соответствии с изложенным, на рис. 3 при времени 50 мин наблюдается излом кривых, который связан с резким изменением температуры на ступени II.



Номер координатного слоя: 1 – 1-й; 2 – 2-й; 3 – 5-й; 4 – 10-й; 5 – 20-й;  
6 – 30-й; 7 – 50-й; 8 – 70-й; 9 – 85-й; 10 – 100-й

$$E_{ad} = 22,412 \text{ кДж/моль}$$

Рис. 3. Изменение концентрации влаги в координатных слоях во времени с учетом отрыва насыщенного слоя

Разваренное сусло было направлено на брожение, в результате чего получена бражка, покомпонентный состав которой представлен в табл. 1. Полученная бражка имела высокое качество с точки зрения компонентов, переходящих в ректификованный спирт, и была темно-желтого цвета (рис. 4). Как видно из табл. 1, при крепости кукурузной бражки 9,05 об. % содержание метанола в ней невелико и составляет 3,4618 мг/дм<sup>3</sup> по сравнению с содержанием метанола 40,44 мг/дм<sup>3</sup> в кукурузной бражке крепостью 10,6 об. %, полученной по схеме низкотемпературного разваривания на спиртзаводе «КХ Восход» (Республика Адыгея, г. Майкоп) [2]. Также значительно ниже содержание сивушных спиртов и сивушных масел. Компонент сивушного спирта 2-пропанол отсутствует. Однако преобладают ацетоин, эфиры, гликоли и кислоты.

Таблица 1. Состав бражки, выработанной из кукурузной крупки

Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Ацетальдегид	16,942	1-Пропанол	22,6
Ацетоин	20,092	Изобутанол	74,012
Фурфурол	4,2373	Изоамиловый	373,22
2,3-бутиленгликоль	560,05	Уксусная кислота	287,81
1,2-пропиленгликоль	37,828	Изомасляная кислота	1,8441
5-метилфурфурол	9,5991	Масляная кислота	4,879
Этилацетат	15,888	Изовалериановая кислота	16,594
Этиллактат	4,2146	Капроновая кислота	8,4327
Метилкаприлат	1,5763	Фенилэтилацетат	7,5974
Этилкаприлат	0,6842	2-фенилэтилацетат	2,83
Этилкапринат	102,61	Фенилэтанол	102,21
Метанол	3,4618	Крепость, об. %	9,05

С точки зрения моделирования более представительным является выработанный из бражки бражной дистиллят крепостью 44,6 об. % (табл. 2). В частности, 2-пропанол в бражке отсутствует, а в бражном дистилляте составляет 0,7151 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствуют в бражном дистилляте в небольшом количестве труднолетучие примеси: этилвалериат, 1-бутанол, 1-амилол, 1-гексанол.

Таблица 2. Состав бражного дистиллята, выработанного из кукурузной бражки на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт» (г. Нарткала)

Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Ацетальдегид	35,448	1-Пропанол	109,8
Ацетоин	3,4525	Изобутанол	265,41
Фурфурол	3,3571	1-Бутанол	6,0854
2,3-бутиленгликоль	2,0717	Изоамиловый	1513,2
5-метилфурфурол	1,1499	1-Амилол	0,6570
Метилацетат	8,0286	1-Гексанол	1,7516
Этилацетат	57,007	Уксусная кислота	49,998
Этилвалериат	1,8273	Изомасляная кислота	0,8634
Изоамилацетат	0,4779	Масляная кислота	1,3694
Этиллактат	0,4309	Изовалериановая кислота	0,5252
Этилкаприлат	3,4047	Валериановая кислота	0,4508
Этилкапринат	10,109	Фенилэтилацетат	0,1279
Метанол	33,829	Фенилэтанол	20,783
2-Пропанол	0,7151	Крепость, об. %	44,6





Рис. 4. Внешний вид бражки и сивушного масла (спиртзавод ООО «Стандарт Спирт», г. Нарткала)

Таблица 3. Состав сивушного масла, выработанного на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт» (г. Нарткала)

Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Ацетальдегид	1,447	Изобутанол	24435
Ацетон	117,98	1-Бутанол	2364,5
Фурфурол	276,76	Изоамиловый	501130
2,3-бутиленгликоль	30,037	1-Амилол	7,3961
5-метилфурфурол	0,6571	1-Гексанол	246,74
Метилацетат	3,3062	Уксусная кислота	213,04
Этилацетат	0,3033	Пропионовая кислота	2,3506
Изобутилацетат	0,4321	Изомасляная кислота	2,2186
Этилбутират	1,4184	Масляная кислота	54,151
Этилвалериат	45,161	Изовалериановая кислота	54,292
Этиллактат	9,1474	Валериановая кислота	11,622
Метилкаприлат	0,3815	Капрновая кислота	999,72
Этилкаприлат	0,3741	Каприловая кислота	12,373
Этилкапринат	1636,7	Фенилэтилацетат	21,975
Метилкапринат	2,6617	2-Фенилэтилацетат	1,1919
Этиллаурат	356,44	Фенилэтанол	849,88
Этилацеталь	0,1928	Ионон	1,0499
Метанол	0,6407	Коричный альдегид	1,3296
2-Бутанол	12,653	Этанол, об. %	1,36
1-Пропанол	11956		

Из сравнения полученных составов бражки и бражного дистиллята принято решение использовать в качестве основного состав бражного дистиллята при расчете схемы брагоректификационной установки, состоящей из 6 колонн: бражной (БК), эшюрационной (ЭК), ректификационной (РК), разгонной – альдегидо-эфирной (АЭК), сивушной (СК) и колонны окончательной очистки – метанольной (МК) (рис. 5).

Хроматографический анализ состава бражки, бражного дистиллята и сивушной фракции, отобранной из сивушной колонны и расслоившейся после охлаждения на сивушное масло (табл. 3) и подсивушную воду (табл. 4) выполнен на хроматографе «Кристалл 2000М» в СКЗНИИСиВ (г. Краснодар).

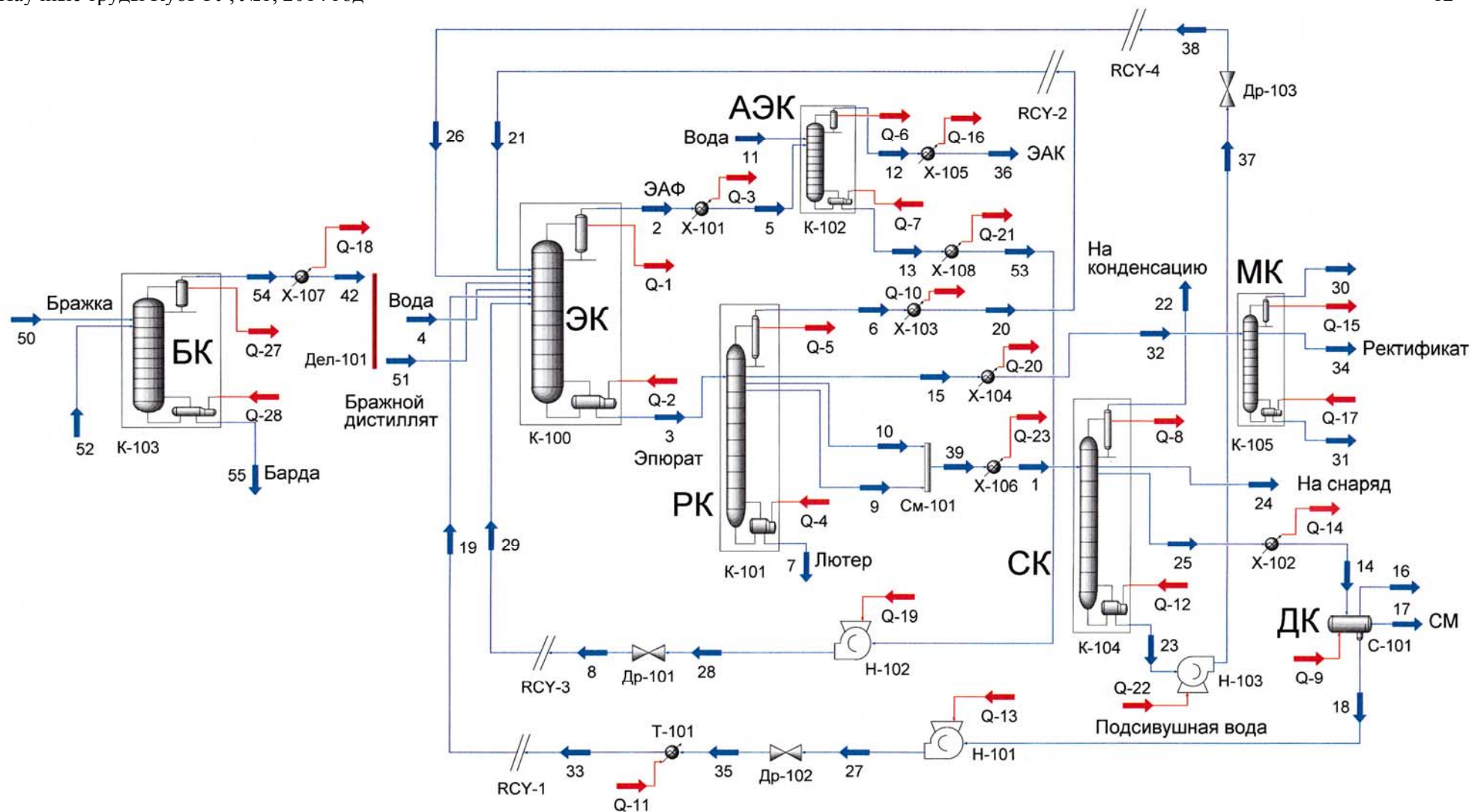
Бражная колонна диаметром 2000 мм содержит 24 медные ситчатые тарелки, бражка подается на 18-ю тарелку. Эпюрационная колонна диаметром 2000 мм содержит 53 медные колпачковые тарелки, бражной дистиллят подается на 33-ю тарелку. Ректификационная колонна диаметром 1600 мм содержит 84 медные колпачковые тарелки, эпюрат подается на 16-ю тарелку. Для отбора ректифицированного спирта предусмотрены 68–74-я тарелки. Далее ректифицированный спирт направляется в колонну окончательной очистки, работающую в режиме эпюрации.

Таблица 4. Состав подсивушной воды, полученной на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт» (г. Нарткала)

Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>	Наименование компонента	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
Ацетальдегид	13,194	Этилацеталь	0,7723
Метилацеталь	0,1913	Метанол	1,8720
Диацетил	1,5566	2-Пропанол	3,5736
Лимонен	0,1029	1-Пропанол	8983,8
Ацетоин	32,989	Изобутанол	6103,0
Фурфурол	119,90	1-Бутанол	533,09
2,3-бутиленгликоль	1,6716	Изоамиловый	40998
1,2-пропиленгликоль	1,3190	1-Амилол	2,8207
5-метилфурфурол	8,7479	1-Гексанол	3,3727
1,3-пропиленгликоль	5,3215	Уксусная кислота	68,238
Этилформиат	0,3196	Пропионовая кислота	26,438
Метилацетат	26,008	Изомасляная кислота	1,6845
Этилацетат	7,1179	Масляная кислота	3,4733
Изобутилацетат	0,6007	Изовалериановая кислота	7,4809
Этилвалериат	2,1286	Валериановая кислота	0,4575
Изоамилацетат	57,346	Каприловая кислота	1,0691
Этиллактат	10,720	Фенилэтилацетат	1,7248
Метилкаприлат	0,2284	2-Фенилэтилацетат	0,8111
Этилкаприлат	0,8911	Фенилэтанол	30,627
Этилкапринат	1,9188	Коричный альдегид	0,2344
Метилкапринат	0,5180	Этанол, об. %	3,0045
Этиллаурат	7,1527		

Разгонная колонна диаметром 1600 мм содержит 49 нержавеющей колпачковых тарелок, эфи́ро-альдегидная фракция подается на 29-ю тарелку. Сивушная колонна не является типовой, в ней отсутствует аккумуляторная царга. Сивушная колонна представляет собой ректификационную колонну диаметром 1200 мм, содержащую 82 нержавеющей колпачковые тарелки. Питание подается на 16-ю тарелку. Питанием служат потоки сивушной фракции, отбираемые из жидкой фазы с 17–21-й тарелок ректификационной колонны. Фракцию сивушного масла из сивушной колонны отбирают с 4–10-й тарелок, а с 68–74-й тарелок отбирают спирт высшей очистки. Колонна окончательной очистки диаметром 1200 мм содержит 39 медных колпачковых тарелок и работает в режиме э́пюрации. Для глубокой очистки ректифицированного спирта от метанола предусмотрены тарелки питания с 18-й по 22-ю. Спирт «Люкс» отбирают с 5-й тарелки. Фракция сивушных масел в декантаторе разделяется на готовый продукт – сивушное масло и подсивушную воду. Сивушное масло имеет светло-желтый цвет (рис. 3). Нами отобрана фракция сивушного масла, которая расслоилась при отстаивании. Составы верхнего (сивушного масла) и нижнего (подсивушной воды) приведены в табл. 3 и 4.

Характерным для этой схемы является следующее: э́пюрационная колонна имеет такой же диаметр, как и бражная, и работает при больших паровых и жидкостных потоках. Отбираемая из ректификационной колонны сивушная фракция не подразделяется на сивушный спирт и сивушное масло, а отбирается из жидкой фазы с тарелок, расположенных выше питательной. Из сивушной колонны фракция сивушного масла отбирается с тарелки, расположенной ниже питательной и направляется в декантатор для расслаивания на сивушное масло и подсивушную воду. Сивушное масло, получаемое в декантаторе светло-желтого цвета является высококачественным по содержанию этанола, которое составляет всего 1,5 об. %. С верхних тарелок сивушной колонны отбирается спирт высшей очистки. Из колонны окончательной очистки отбирается спирт «Люкс» с содержанием 2-пропанола менее 1 мг/дм<sup>3</sup> и содержанием метанола на порядок ниже, чем предусмотрено ГОСТ Р 51652–2000.



БК – бражная колонна; ЭК – эпюрационная колонна; РК – ректификационная колонна; АЭК – альдегидо-эфирная колонна; СК – сивушная колонна; МК – метанольная колонна; ДК – декантатор

Рис. 5. Структурная схема брагоректификационной установки ООО «Стандарт Спирт» (Кабардино-Балкария, г. Нарткала) в среде HYSYS

Качество выработанного на спиртзаводе ООО «Стандарт Спирт» (г. Нарткала) ректификованного спирта соответствует данным расчета технологической схемы, представленной на рис. 5. Получен спирт марки «Люкс» с содержанием 2-пропанола менее 1 мг/дм<sup>3</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое моделирование процесса разваривания ячменной крупки / С.В. Черепов, Х.Р. Сиюхов, Т.Г. Короткова, Н.В. Солонникова, А.М. Артамонов // Изв. вузов. Пищевая технология. 2014. № 1. С. 88–92.

2. **Левашова Л.М.** Научное обоснование и разработка энергосберегающей совмещенной технологии получения пищевого спирта и кормовой сухой барды из зерна кукурузы: Дис. ... канд. техн. наук. Краснодар: КубГТУ. 2012. 153 с.

#### REFERENCES

1. Cherepov S.V., Siyukhov Kh.R., Korotkova T.G., Solonnikova N.V., Artamonov A.M., *Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*, 2014, no. 1, pp. 88–92.

2. Levashova L.M., *Nauchnoe obosnovanie i razrabotka energosberegayushchey sovmeshchennoy tekhnologii polucheniya pishchevogo spirta i kormovoy sukhoy bardy iz zerna kukuruzy* (Scientific justification and development of the energy saving combined technology of receiving food alcohol and fodder dry bards from corn grain), Krasnodar, 2012, 153 p.

*Поступила 27.03.14 г.*

#### MATHEMATICAL MODELING OF COOKING *GROATS* CORN AND RECTIFICATION MASH

**E.N. KONSTANTINOV<sup>1</sup>, T.G. KOROTKOVA<sup>1</sup>, S.YU. KSANDOPULO<sup>1</sup>,  
S.V. CHEREPOV<sup>2</sup>, O.A. KRIVOVA<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Kuban State Technological University,*

*2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072; e-mail: intrel@kubstu.ru*

<sup>2</sup> *Maikop State Technological University,*

*191, Pervomaiskaya st., Maikop, Russian Federation, 352700; e-mail: popova@maykop.ru*

The results of survey of the process of cooking and distillation Ltd. “Standard Alcohol” (Kabardino-Balkar Republic, Nartkala). The simulation of a two-step cooking of corn grits. In the considered model of temperature change in time, and detachment of swollen starch

granules with a surface layer material tenderize. Solution of the system of differential equations satisfied by the grid method for the implicit scheme. Dependence of the diffusion coefficient on temperature is given by the Arrhenius equation. Defined parameter identification model – the diffusion activation energy of bound moisture, which amounted to 22,412 kJ/mol. Given the results of chromatographic analysis of the mash, distillate fusel oil and sivushnoy water. Described flowsheet preparation of corn grits, and saccharification of cooking. A comparison of exploded corn brew developed at Distilleries Ltd. “Standard Alcohol” (Kabardino-Balkar Republic, Nartkala) and “CH Sunrise” (Republic of Adygea, Maikop) at high temperature and low temperature cooking, respectively. Modeled in HYSYS environment integrirovat six column distillation setup consisting of columns: mash, ethereal, distillation, aldehyde- ethereal, fusel and final purification column operating mode distillation. For the finished product – fusel oil – set decanter. Discussed features of this scheme from the famous. The block diagram of the process in an environment distillation HYSYS. Estimates of the quality of rectified alcohol consistent with production. Developed brand alcohol “Lux” with the content of 2-propanol was less than 1 mg/dm<sup>3</sup>. Shows photographs of corn grits, mash and fusel oil.

**Key words:** modeling, two-step from flash, nonstationary diffusion, grid method, distillation, technological scheme, corn mash, the diffusion coefficient, activation energy, rectified alcohol.