



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

600134
ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. №

(19) **SU** (11) **1010872** **A**

3 (SD) С 12 Р 7/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3280358/28-13

(22) 02.03.81

(72) В.К.Янчевский, А.Д.Коваленко,
С.Т.Олийничук, А.А.Егоров и Л.В.Мальш

(71) Украинский научно-иссле-
довательский институт спиртовой и лике-
ро-водочной промышленности

(53) 663.5(088.8)

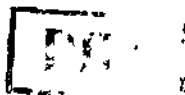
(56) 1. Д.Н.Климовский, В.А.Смирнов
В.Н.Стабников. Технология спирта,
М., Пищевая промышленность, 1967,
с. 264-300.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 582274, кл. С 12 Р 7/06, 1976.

(54)(57) СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА СПИРТА,
включающий непрерывное сбраживание

сусла в две стадии, отвод бражки
между стадиями, вакуумирование ее
с получением спиртового дистиллята
и перегонку бражки после второй ста-
дии сбраживания, отличаю-
щийся тем, что, с целью повы-
шения выхода готового продукта и ско-
рости сбраживания сусла, непрерыв-
ное сбраживание осуществляют при
остаточном давлении 199,5-212,8 гПа
с одновременным удалением диоксида
углерода, а полученный при вакууми-
ровании спиртовой дистиллят смеши-
вают с бражкой перед ее перегонкой
в количестве, обеспечивающем крепость
бражки, равную 14,5-15,0% об. и вы-
держивают в течение 2-4 ч.

(19) **SU** (11) **1010872** **A**



Изобретение относится к непрерывному производству спирта из сахаросодержащего и крахмалистого сырья, в частности к спиртовой промышленности, и может быть использовано в пищевой промышленности.

Известен непрерывный способ производства спирта из сахаросодержащего сырья, основанный на процессах дрожжегенерирования и анаэробного брожения с последующим извлечением спирта из сброженной среды на перегонных и брагоректификационных аппаратах [1].

Процесс брожения по указанной технологии протекает при атмосферном давлении или при несколько повышенном давлении 0,05-0,1 бар за счет выделения газообразного диоксида углерода и герметичности бродильной аппаратуры.

Недостатком известного способа является накопление в сбраживаемой среде (бражке) спирта и спиртопродуктов - летучих кислот, сложных эфиров, высших спиртов - в количествах 8-11% об., что снижает бродильную активность дрожжей и практически останавливает процесс брожения. Фактор влияния концентрации спирта на жизнедеятельность дрожжей является причиной ограничения крепости бражки (8-11% об.), а следовательно, и концентрации исходного сусла (21-25% СВ).

Это приводит к уменьшению скорости спиртообразования и прекращению процесса вообще.

Известен способ производства спирта, включающий непрерывное сбраживания сусла в две стадии, сгвод бражки между стадиями, вакуумирование ее с получением спиртового дистиллята и перегонку бражки после второй стадии сбраживания [2].

Вакуумирование бражки крепостью 6-7% проводят при температуре брожения 25-32°C до концентрации спирта в ней 3,5-4,5% об. при давлении 990,25-997,5 гПа, сбраживание осуществляют при концентрации среды 20-22% СВ в течение 3-4 ч. На второй стадии производят полное сбраживание сахаров сусла до концентрации спирта 8,5-9,5% об. Водно-спиртовые пары и газообразный диоксид углерода, отсасываемые вакуум-насосом при вакуумировании, поступают в ко-

лонну брагоректификационного аппарата, где производят очистку спирта и выделение головной фракции.

Известный способ из-за низкой степени вакуума (давлении близком к атмосферному) имеет большую продолжительность процесса вакуумирования, т.е. требует больших емкостей аппаратуры, работающей под вакуумом, и энергозатрат на создание вакуума. Вакуумирование несброженной бражки приводит к извлечению из нее большого количества промежуточных продуктов брожения - сложных эфиров, летучих кислот и альдегидов, из которых впоследствии должен образоваться основной продукт брожения - этиловый спирт. Процессы сбраживания протекают при атмосферном давлении и образующийся при этом второй продукт спиртового брожения - диоксид углерода в растворенном состоянии накапливается в бражке (до 0,85-0,9 л CO₂ на 1 л бражки) и ингибирует процессы спиртообразования и биосинтеза дрожжей. Присутствие большого количества газообразного диоксида углерода в бражке и его выделение вместе с парами спирта при вакуумировании создает высокие скорости движения газообразной фазы в теплообменной аппаратуре и затрудняет ее разделение и дальнейшую переработку.

Недостатком способа является также невозможность переработки высококонцентрированного сусла с целью повышения крепости зрелой бражки и соответствующего ей повышения концентрации послеспиртовой барды, т.е. уменьшения ее объема на единицу объема получаемого спирта.

Целью изобретения является повышение выхода готового продукта и скорости сбраживания сусла.

Это достигается тем, что в способе производства спирта, включающем непрерывное сбраживание сусла в две стадии, отвод бражки между стадиями, вакуумирование ее с получением спиртового дистиллята и перегонку бражки после второй стадии сбраживания, согласно изобретению непрерывное сбраживание осуществляют при остаточном давлении 199,5-212,8 гПа с одновременным удалением диоксида углерода, а полученный при вакуумировании спиртовой дистиллят смеси-

вают с бражкой перед ее перегонкой в количестве, обеспечивающем крепость бражки, равную 14,5-15,0% об., и выдерживают в течение 2-4 ч.

Предлагаемый способ поясняется функциональной схемой установки для его реализации, изображенной на чертеже.

Установка состоит из головных бродильных аппаратов 1, 2, вакуум-аппарата 3, конденсатора 4, бродильных аппаратов 5, 6, 7, скруббера 8 для очистки диоксида углерода, поступающего из конденсатора, вакуум-насоса 9, скруббера 10 для очистки диоксида углерода, поступающего из бродильных аппаратов, и вакуум-насоса 11.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом.

Производственные дрожжи и сусло концентрации 21-22% СВ в соотношении 1:1 подают в головной бродильный аппарат 1, откуда бродящая масса перетекает в бродильный аппарат 2. Сбраживание в головных аппаратах 1, 2, а также в последующих бродильных аппаратах батареи проводят при остаточном давлении 199,5-212,8 гПа с тем, чтобы из бражки непосредственно в процессе брожения непрерывно выделить диоксид углерода, образующийся при сбраживании сахаров, и снизить количество растворенного в бражке диоксида углерода до 0,05-0,1 л/л бражки. По достижении крепости бражки 5-6% об. последнюю из бродильного аппарата 2 непрерывно подают в вакуум-аппарат 3 для вакуумирования при температуре 30-32°C и остаточном давлении 66,0-80,0 гПа в течение 0,2-0,3 ч. При вакуумировании температуру бражки поддерживают с помощью горячей воды, пропускаемой через закрытую поверхность теплообмена. Степень вакуума обеспечивает кипение бражки и выделение паров спирта и спиртопродуктов в смеси с диоксидом углерода. При этом крепость бражки снижается до 0,5-1,0% об.

Смесь паров спирта и спиртопродуктов с диоксидом углерода направляют в конденсатор 4, в котором пары спирта и спиртопродуктов отделяют от газообразного диоксида углерода при температуре 5°C с обра-

зованием спиртового дистиллята крепостью 25-30% об.

Провакуумированная бражка с содержанием спирта 0,5-1,0% об. из вакуум-аппарата 3 непрерывно поступает в бродильный аппарат 5, куда параллельно с потоком бражки задают свежую мелассу до возрастания начальной концентрации бражки 40-42% СВ. Сбраживание в аппаратах 5, 6 и 7 продолжают при остаточном давлении 199,5-212,8 гПа и температуре 32°C до накопления в зрелой бражке 9,5-10,0% об. спирта. В последнем бродильном аппарате 7 зрелую бражку смешивают со спиртовым дистиллятом крепостью 25-30% об., поступающим из конденсатора 4, и выдерживают в течение 2-4 ч. Крепость зрелой бражки возрастает до 14-15% об. При этом под действием ферментной системы дрожжей происходят процессы превращения промежуточных продуктов брожения (альдегидов, летучих кислот, сложных эфиров) в этиловый спирт и таким образом увеличивается его выход. Зрелую бражку из бродильного аппарата 7 направляют на перегонку.

Газообразный диоксид углерода со следами спирта из конденсатора направляют в скруббер 8, где его очищают в противотоке распыленной водой при температуре 5-10°C. Освобожденный от спирта газообразный диоксид углерода через вакуум-насос 9 поступает в цех сжиженной углекислоты на утилизацию. Водно-спиртовую жидкость, выходящую из скруббера 8, с содержанием спирта 1,5-2,0% об. используют для приготовления свежего сусла.

Газообразный диоксид углерода, который выделяют непосредственно из бродильных аппаратов при остаточном давлении 199,5-212,8 гПа, направляют в скруббер 10, где его очищают от следов спирта в противотоке распыленной холодной водой и через вакуум-насос 11 направляют на утилизацию. Водно-спиртовую жидкость из скруббера 10 с содержанием спирта 1,5-2,0% об. используют для приготовления свежего сусла.

За счет извлечения из бражки диоксида углерода на протяжении всего процесса сбраживания и частичного извлечения спиртопродуктов из

бражки, то есть устранения основных факторов, ингибирующих процесс сбраживания, а также превращения промежуточных продуктов брожения в конечный продукт повышается выход спирта из 1 т условного крахмала на 0,1%.

Пример 1. Производственные дрожжи и мелассное сусло концентрации 21% СВ в соотношении 1:1 поступают в головной бродильный аппарат 1 при скорости разбавления среды 0,5 ч⁻¹. Концентрация дрожжей в бражке 20 г/л среды. Сбраживание в бродильных аппаратах 1, 2 протекает при температуре 32 °С и остаточном давлении 199,5 гПа, за счет этого из бражки непрерывно удаляют диоксид углерода в газообразном состоянии, тем самым снижая концентрацию его в бражке до 0,05 л/л. Бражку, содержащую 6% об. спирта, из бродильного аппарата 2 непрерывно подают в вакуум-аппарат 3, где ее вакуумируют в течение 0,2 ч с выделением газовой смеси: пары спирта и спиртопродуктов — диоксид углерода и крепость бражки снижают до 0,5% об. Вакуумирование проводят при остаточном давлении 66,0 гПа и температуре 32 °С. Смесь паров спирта и спиртопродуктов с диоксидом углерода направляют для разделения в конденсатор 4. Пары спирта и спиртопродуктов конденсируют при температуре 5 °С с получением спиртового дистиллята крепостью 30% об. Провакуумированную в вакуум-аппарате 3 бражку крепостью 0,5% об. непрерывно смешивают в бродильном аппарате 5 со свежей мелассой до получения начальной концентрации бражки — 40% СВ. Сбраживание в бродильных аппаратах 5, 6, 7 проводят при остаточном давлении 199,5 гПа и температуре 32 °С с накоплением в бражке 9,5% об. спирта и 35 г/л дрожжевой биомассы. В бродильном аппарате 7 зрелую бражку смешивают со спиртовым дистиллятом крепостью 30% об. поступающим из конденсатора 4. Крепость зрелой бражки вырастает при этом до 15% об. В течение 2 ч выдерживания в потоке смеси зрелая бражка — спиртовый дистиллят происходит превращение в спирт промежуточных продуктов брожения — альдегидов, летучих кислот и сложных эфиров — с получени-

ем дополнительного количества этилового спирта. При этом крепость бражки не изменяется, а изменяется ее качественный и количественный состав (см. табл. 1).

Качественный и количественный состав зрелой бражки

Т а б л и ц а 1

10	Содержание	После смешивания спиртового дистиллята со зрелой бражкой	После выдерживания в течение 2 ч
15	Сложные эфиры, мг/л бражки	718,0	598,0
20	Летучие кислоты, мг/л бражки	7469,0	6233,0
25	Альдегиды, % об.	0,012	0,0085

Освобожденный при конденсации паров спирта и спиртопродуктов диоксид углерода доочищают от следов спирта в скруббере 8 в противотоке распыленной холодной (t 5 °С) водой. Образующаяся при этом водно-спиртовая жидкость имеет крепость 2,0% об. и используется для приготовления новых порций сусла. Газообразный диоксид углерода вакуум-насосом 9 подают на утилизацию. Аналогичным способом поступают с газообразным диоксидом углерода, извлекаемым из бражки на протяжении всего процесса сбраживания, пропуская его через скруббер 10 и вакуум-насос 11.

Пример 2. Производственные дрожжи и мелассное сусло концентрации 22% СВ в соотношении 1:1 подают в головной бродильный аппарат 1 при скорости разбавления среды 0,5 ч⁻¹. Концентрация дрожжей в бражке 18 г/л среды. Бражка перетекает в бродильный аппарат 2 и на выходе из него содержит 5,0% об. спирта. Брожение проводят при остаточном давлении 212,8 гПа и температуре 30 °С, за счет этого из бражки непрерывно выделяют газообразный диоксид углерода до остаточной концентрации 0,1 л/л. Бражку, содержащую 5,0% об. спирта, из бродильного аппарата 2

непрерывно направляют в вакуум-аппарат 3, где при остаточном давлении 80,0 гПа и температуре 30°C ее вакуумируют в течение 0,3 ч. За счет выделения паров спиртопродуктов в смеси с диоксидом углерода, крепость бражки снижается до 1,0% об. Выделяющиеся при этом пары спирта и спиртопродуктов в смеси с диоксидом углерода отделяют от последнего конденсацией в конденсаторе 4 при температуре 5°C с получением спиртового дистиллята крепостью 25% об. Проводимую в вакуум-аппарате 3 бражку, имеющую крепость 1,0% об., смешивают в бродильном аппарате 5 со свежей мелассой до возрастания начальной концентрации бражки 42% СВ. Брожение в аппаратах 5, 6, 7 продолжают при температуре 30°C и остаточном давлении 212,8 гПа при непрерывном извлечении из бражки газообразного диоксида углерода. Зрелую бражку в последнем бродильном аппарате 7 смешивают со спиртовым дистиллятом крепостью 25% об., поступающим из конденсатора 4, и ее крепость возрастает до 14% об. После двухчасового контакта зрелой бражки и спиртового дистиллята зрелую бражку направляют на перегонку.

Газообразный диоксид углерода, извлекаемый из бродильных аппаратов и из конденсатора 4, обрабатывают, как описано в примере 1.

Предлагаемый способ обеспечивает:

- увеличение мощности спиртового завода на 20-30% путем интенсификации

процесса сбраживания сусла, достигаемой извлечением из бражки на протяжении всего процесса газообразного диоксида углерода, промежуточным вакуумированием бражки и извлечением части спиртопродуктов в виде спиртового дистиллята;

- повышение крепости зрелой бражки до 15,0% об., достигаемое смешением спиртового дистиллята и зрелой бражки;

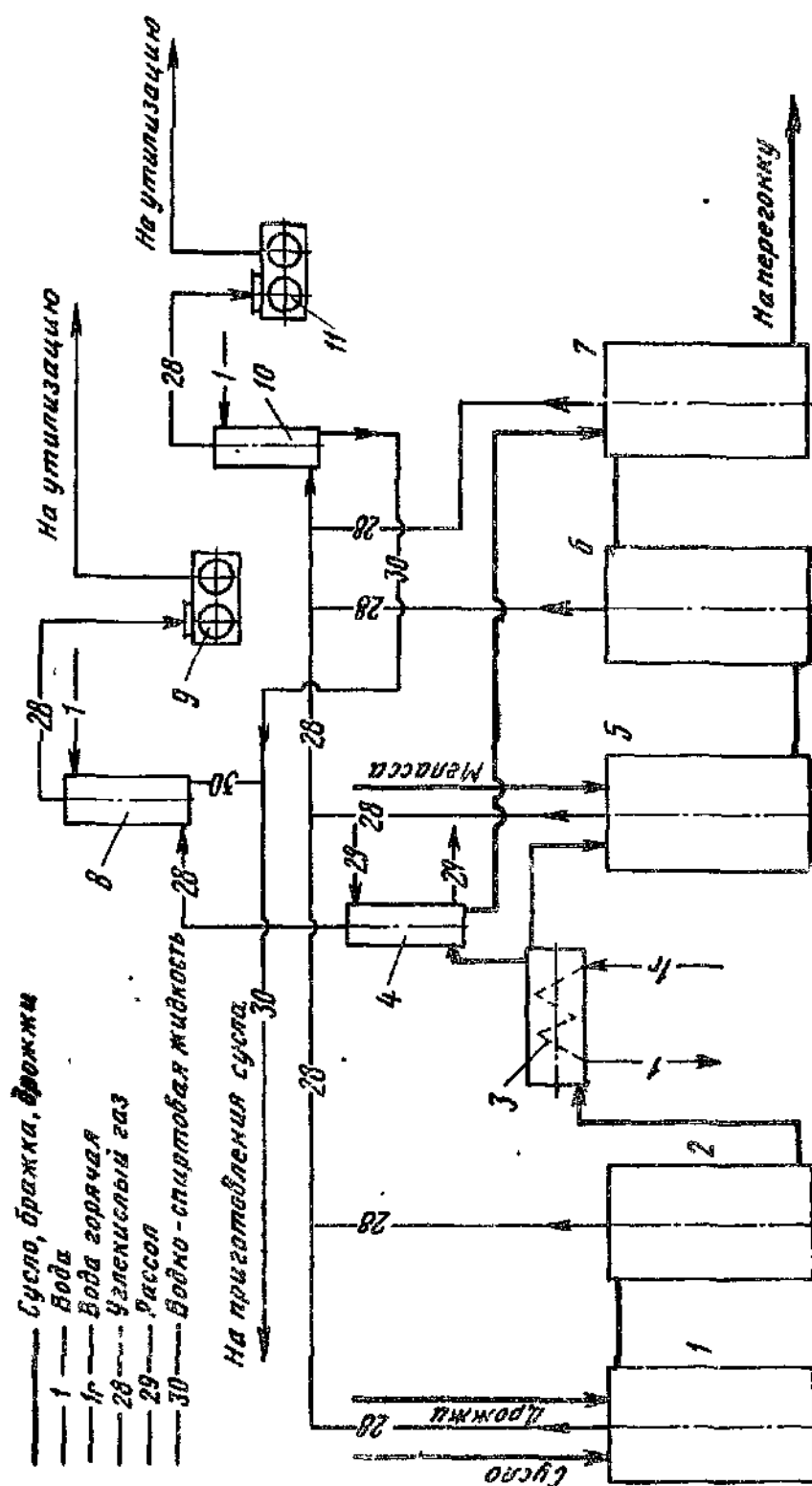
- полное извлечение из бражки газообразного диоксида углерода для его утилизации;

- сбраживание мелассного сусла концентрации 40-42% СВ, что в свою очередь позволит уменьшить количество послеспиртовой барды (путем повышения концентрации ее на 20%);

- за счет предварительного выделения газообразного диоксида углерода из бражки перед ее вакуумированием конденсация спиртопродуктов из смеси паров диоксида углерода - спирта и спиртопродуктов протекает с большим эффектом при тех же поверхности теплообмена и расходе охлаждающей жидкости в конденсаторе;

- повышение выхода спирта из 1 т условного крахмала на 0,1% т.е. увеличивается его выход с 66,5 до 66,6 дал/т условного крахмала.

Экономическая эффективность от использования предлагаемого способа сбраживания сусла для завода производительностью 6000 дал спирта в сутки составит 93,65 тыс. руб. в год.



Редактор О. Волкова

Составитель А.Ларина
Техред М.Надь

Корректор И. Эрдейи

Заказ 1452/ДСП

Тираж 294

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ЦНИИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4