

Совмещенный способ производства солода при высоких удельных нагрузках

С. А. УДОДОВ, А. Н. КАШУРИН канд. техн. наук,
В. А. ДОМАРЕЦКИЙ д-р техн. наук, Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

Возрастающая потребность в солоде требует ускоренного наращивания темпов его производства. В связи с этим актуальной задачей является увеличение мощности солодорастильных агрегатов.

Один из решающих факторов повышения производительности солодовенных установок с минимальными капитальными затратами — это модернизация солодовен с увеличением съема солода с единицы производственной площади.

Сотрудниками КТИППА разработана экспериментальная установка для исследования процессов замачивания, проращивания и сушки солода в одном аппарате. Методикой исследований предусматривалось совмещение трех процессов в слое свежепроросшего солода высотой 1,5 м и,

исходя из экономической и технической целесообразности, совмещение замачивания и проращивания ячменя в высоком слое — 2 и 2,5 м, при этом сушку целесообразно проводить в специализированной солодосушилке.

Камера установки в зависимости от высоты исследуемого слоя состоит из теплоизолированных секций.

Экспериментальная установка смонтирована на Киевском пивзаводе № 2 (рис. 1). Согласно аппаратурно-технологической схеме мойка и дезинфекция зерна проводится в замочном отделении солодовенного цеха.

Продезинфицированный ячмень вместе с водой насосом подается в экспериментальную установку, в которой он замачивается воздушно-оро-

сительным способом. Атмосферный воздух нагнетается вентилятором и, пройдя камеру кондиционирования, поступает в подситовое пространство камеры. Над слоем солода расположен коллектор с форсунками для орошения зерна водой при замачивании, а в случае необходимости — и при проращивании. Сушильный агент на установку подается от вентилятора и теплогазогенератора. На установке можно рециркулировать кондиционированный воздух и сушильный агрегат.

Ворошение зерна в процессе замачивания и проращивания осуществляется при перегрузке солода с помощью конвейера и норрии.

Цель исследований — разработка технологии и аппаратурного оформления производства солода в слоях 1,5 м и выше по совмещенной технологии.

Экспериментальная установка располагает средствами контроля и регулирования параметров кондиционированного воздуха и сушильного агента, а также необходимым лабораторным обо-

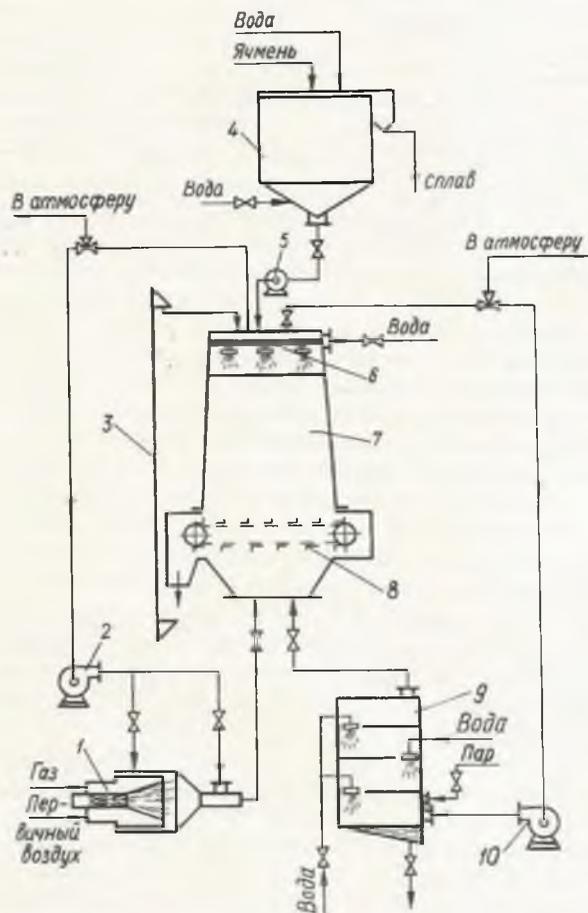


Рис. 1. Аппаратурно-технологическая схема экспериментальной установки:

1 — теплогазогенератор; 2, 10 — вентиляторы; 3 — норрия; 4 — моечный аппарат; 5 — насос; 6 — коллектор; 7 — камера установки; 8 — конвейер; 9 — камера кондиционирования.

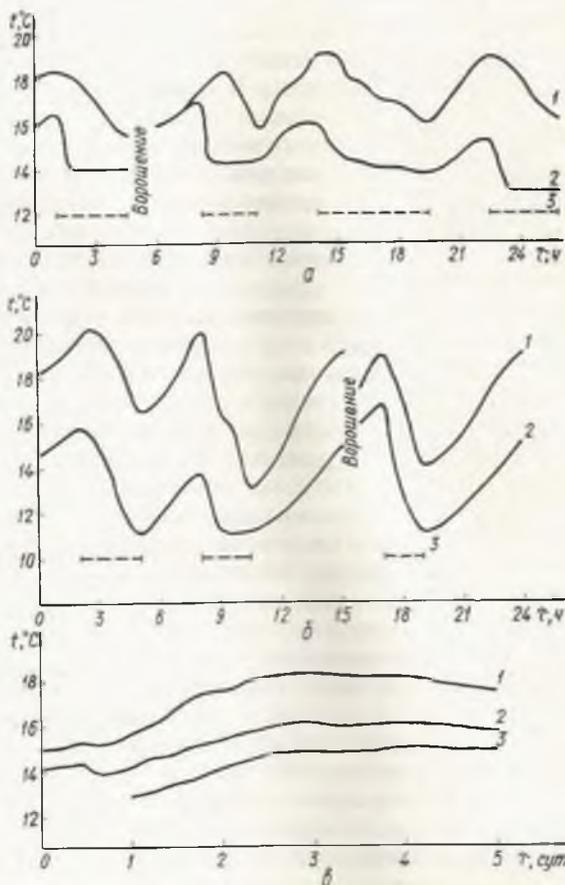


Рис. 2. Солодоращение в слое 2,5 м:

а и б — периодическое вентилирование соответственно на 1-е и 3-й сутки проращивания; в — непрерывное вентилирование; 1 и 2 — соответственно верхний и нижний слой солода; 3 — кондиционированный воздух.

рудованием и материалами для определения качественных показателей солода.

Исследования показали, что процесс проращивания целесообразно вести при непрерывной вентиляции. Если в первые сутки можно было снизить температуру слоя при периодической продувке и разнице температур «низ — верх» в пределах $\Delta t \leq 2-4^\circ\text{C}$ (рис. 2, а), то в последующие дни это не представляется возможным. Чтобы охладить солод необходимо увеличить расход воздуха температурой $10-12^\circ\text{C}$ до $2000\text{ м}^3/\text{т}\cdot\text{ч}$, повысить давление под ситом, что увеличивает энергозатраты, неоправданно повышает мощность вентиляционных устройств.

Установлено, что периодическое вентилирование значительно осушает слой солода из-за большого перепада между температурой подаваемого воздуха и проращиваемого материала, особенно на стадиях интенсивного роста (рис. 2, б). Верхние и нижние слои находятся в разных условиях, поэтому процессы растворения и обмена веществ протекают неравномерно.

Влажность слоя солода при периодической вентиляции снижается до 3 % в сутки.

Непрерывная вентиляция после 2 сут проращивания позволила при меньших удельных часовых расходах воздуха вести процесс с разницей температур $\Delta t \leq 2-3^\circ\text{C}$, как это видно из рис. 2, в. Снижение влажности при этом происходит примерно на 0,6—0,8 % в сутки, что компенсируется одно-двух разовым орошением на третьи — четвертые сутки проращивания. Аналогичная картина наблюдается и при ведении процесса солодоращения в слоях 1,5 и 2 м.

Кондиционирование воздуха на опытной установке обеспечивалось распылением артезианской воды. В холодное время года для подогрева воздуха использовался острый пар.

В результате проведенных экспериментов установлено, что расход воды на замачивание высокого слоя составляет 1,5—2 м³/т ячменя, расход кондиционированного воздуха — 500—700 м³/ч·т ячменя. Расход кондиционированного воздуха при непрерывной вентиляции по суткам проращивания составил: 1-е сутки — 500—600 м³/ч; 2-е — 650—750; 3-и — 700—800; 4-е — 650—750; 5-е сутки — 550—650 м³/ч·т. Давление воздуха под ситом в экспериментах с высотой слоя 1,5, 2 и 2,5 м соответственно составило: 350—750 Па, 800—1200 и 1300—1700 Па.

Сушка 1,5 м слоя проводилась по режиму, представленному в табл. 1. Качественные показатели готового солода и лабораторного сусла одной из серии экспериментов представлены в табл. 2. Сушка свежепросоженного солода, полученного в экспериментах высотой слоя 2 и 2,5 м, осуществлялась на двухрусской горизонтальной солодосушилке по классическому режиму, принятому на заводе.

Таблица 1

Продолжительность сушки, ч	Температура сушильного агента под ситом, °С	Влажность солода в нижнем слое, %	Расход агента, м ³ /ч·т готового солода
0—5	50—60	43—20	4000
6—10	60—65	20—8	4000
11—14	65—75	8—5	3500
15—20	75—85	3	3500
21—24	85	3	3000

Были разработаны оптимальные технологические режимы производства солода в высоких слоях.

Замачивание воздушно-оросительным способом проводится в течение 36—44 ч при температуре воды 12—14 °С. С повышением температуры воды до 18—25 °С процесс замачивания ускоряется.

Продувка кондиционированным воздухом температурой 12—15 °С и относительной влажностью 95—99 % в первые 12 ч замачивания проводится по 25—30 мин через каждые 2 ч, в дальнейшем — через каждый час по 15 мин. Оптимальная частота орошений — через 4—5 ч в первые 12 ч после мойки ячменя и в дальнейшем — через 6—8 ч.

Максимальная температура зерна в слое при проращивании составляет: 1-е сутки — 15—16 °С; 2-е — 16—18 °С; 3-и и 4-е — 18 °С; 5-е сутки — 18—17 °С. Продувка осуществляется кондиционированным воздухом с параметрами, аналогичными замачиванию. Частота продувки: в 1-е сутки проращивания через 2—3 ч по 2—2,5 ч, на 2-е, 3-и, 4-е и 5-е сутки — продувка непрерывная. Влажность солода на протяжении всего процесса солодоращения необходимо поддерживать

Таблица 2

Показатели	Высота слоя, м		
	1,5	2	2,5
Солод			
Влажность, %	4,8	5,0	4,5
Экстрактивность, % на абсолютно сухое вещество	78,0	77,7	79,2
Лабораторное сусло			
Время осахаривания, мин	15	20	20
Прозрачность	Прозрачное		
Цветность, мл 0,1 н. раствора йода на 100 мл воды	0,18	0,2	0,28
Кислотность, мл 1 н. раствора щелочи на 100 мл сусла	1,0	1,2	1,1
Аминный азот, мг/100 г	226,0	223,8	244,3
Конечная степень сбраживания, %	84,4	80,3	82,6

44—46 %. Перед сушкой в последние 12 ч влажность солода снижается до 44—43 %. Оптимальное число ворошений в период замачивания — 3, в период солодоращения: 1-е сутки — 2; 2-е, 3-и — 3; 4-е — 2—3; 5-е сутки — 2.

Выводы

1. Доказана возможность производства солода совмещенным способом с высотой свежепросоженного солода 1,5 м, а также совмещения процессов замачивания и проращивания с высотой свежепросоженного солода 2 и 2,5 м. При этом коэффициент использования оборудования увеличивается в 1,4—2 раза.

2. Разработан оптимальный технологический режим производства солода совмещенным способом высотой слоя 1,5 м, режим совмещения двух процессов высотой слоя 2 и 2,5 м.