

УДК 664.123.6

ББК 36.84

В-58

*Городецкий Владимир Олегович*, кандидат технических наук, заведующий отделом технологии сахара и сахаристых продуктов Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; e-mail: gorodecky\_v\_o@mail.ru;

*Семенихин Семен Олегович*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; e-mail: semenikhin\_s\_o@mail.ru;

*Даишева Наиля Мидхатовна*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; e-mail: daisheva\_n\_m@mail.ru;

*Котляревская Наталья Ивановна*, научный сотрудник отдела технологии сахара и сахаристых продуктов Краснодарского НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»; e-mail: [kotlyarevskaya\\_n\\_i@mail.ru](mailto:kotlyarevskaya_n_i@mail.ru)

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ЭКСТРАГЕНТА НА ЭНЕРГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ЖОМОПРЕССОВОГО И  
ЖОМОСУШИЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЙ САХАРНОГО ЗАВОДА**  
(рецензирована)

*В статье приведены теоретические основы эффективного удаления влаги из свекловичного жома прессованием перед его высушиванием. Приведена схема внедренной на ряде предприятий отрасли сульфитационной установки и выполнен энергоэкономический расчет от ее применения. Ожидаемая экономическая эффективность за счет увеличения выхода сахара, повышения степени прессования жома и снижения расхода условного топлива составит около 2800 тыс. руб. на каждые 100 тыс. т переработанной сахарной свеклы.*

**Ключевые слова:** сахарная свекла, связанная влага, свободная влага, экстрагент, сульфитация, сульфитационная установка, свежий жом, прессованный жом, экономическая эффективность.

*Gorodetsky Vladimir Olegovich*, Candidate of Technical Sciences, head of the Department of Technology of Sugar and Sugar Products of the Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – a branch of FSBEI “North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making”; e-mail: gorodecky\_v\_o@mail.ru;

**Semenikhin Semen Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, a senior researcher of the Department of Sugar and Sugar Products Technology of the Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - a branch of FSBEI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-Making"; e-mail: [semenikhin\\_s\\_o@mail.ru](mailto:semenikhin_s_o@mail.ru);

**Daisheva Nailya Midkhatovna**, Candidate of Technical Sciences, a senior researcher of the Department of Technology of Sugar and Sugar Products of the Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products - a branch of FSBSI "North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making"; e-mail: [daisheva\\_n\\_m@mail.ru](mailto:daisheva_n_m@mail.ru);

**Kotlyarevskaya Natalia Ivanovna**, a researcher of the Department of Sugar and Sugar Products Technology of the Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products- a branch of FSBSI "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Wine-making"; e-mail: [kotlyarevskaya\\_n\\_i@mail.ru](mailto:kotlyarevskaya_n_i@mail.ru)

**EFFECT OF THE EXTRAGENT PREPARATION  
METHOD ON ENERGETIC AND ECONOMIC  
INDICATORS OF FUNCTIONING SUGAR FACTORY  
PULP PRESS AND PULP DRYING SECTORS**

(reviewed)

*Theoretical basis of effective removal of moisture from beet pulp by pressing before drying is given in the article. A scheme of a sulfide installation introduced in a number of enterprises of the industry is presented, and energy-economic calculation of its application is performed. The expected economic efficiency due to an increase in the yield of sugar, an increase in the degree of pulp compaction and a decrease in the consumption of conventional fuel will amount to about 2800 thousand rubles for every 100 thousand tons of processed sugar beet.*

**Key words:** *sugar beet, bound moisture, free moisture, extragent, sulphation, sulphation plant, fresh pulp, pressed pulp, economic efficiency.*

Основное влияние на показатели эффективности работы технологического оборудования жомопрессового и, соответственно, жомосушильного отделений сахарного завода оказывает величина концентрации сухих веществ в прессованном жоме, выражающаяся в процентах к его массе. Существенное влияние на эту величину оказывает начальная концентрация сухих веществ в сыром жоме.

Как известно [1], концентрация сухих веществ в сыром жоме зависит от типа диффузионного аппарата. При использовании наклонных шнековых аппаратов типа ДС концентрация сухих веществ выгружаемого жома не превышает 6,5 %, а его выход к массе свеклы составляет 90 %. Для аппаратов типа ПДС эти показатели составляют, соответственно, 8,0-8,5 % и 70 %, для колонных аппаратов – 8,0 % и 70 %, для ротационных аппаратов – 7,0 % и 84 %.

Свежеполученный свекловичный жом по своей структуре является сложным капиллярно-пористым материалом, клетки и межклеточное пространство которого заполнены водой (экстрагентом) с небольшим остаточным содержанием сахарозы. Воду в

составе жома можно условно разделить на связанную физико-механически – это вода смачивания (поверхностная) и капиллярная, относительно легко удаляемая механическим способом, а также связанную физико-химически – адсорбционная и внутриклеточная, практически не удаляемая механическим способом. Доля первой составляет порядка 60-80 %, доля же не удаляемой механически – 20-40 %. Это соотношение может изменяться в зависимости от интенсивности образования гидратопектина при разных значениях рН и температуре экстрагента.

Освобождение жома от механически удаляемой влаги методом прессования позволяет повысить концентрацию сухих веществ в нем до 24-26 % и выше.

Энергозатраты на сушение жома значительно превышают таковые на его подготовку методом прессования. Установлено, что на прессование жома тратиться энергии примерно в 30 раз меньше, чем на его высушивание.

Стоимость природного газа, затраченного на жомосушение, составляет 90 % от всех прямых затрат, связанных с производством сушеного гранулированного жома, поэтому задача максимального удаления влаги из свежего жома методом прессования является актуальной.

По степени обезвоживания жома принята следующая классификация:

- легкое прессование – до содержания сухих веществ в жоме 12 %, осуществляемое в наклонных шнековых прессах;
- прессование – до содержания сухих веществ в жоме 18 %;
- глубокое прессование – до содержания сухих веществ в жоме 25 % и выше, осуществляемое в вертикальных одношнековых или горизонтальных двухшнековых прессах.

К факторам, влияющим на степень обезвоживания свекловичного сырого жома методом прессования, следует отнести:

– технические возможности (характеристики) используемых прессов, которые зависят не только от конструктивных особенностей прессов, но и, в значительной степени, от правильности их установки и режима эксплуатации;

– температуру жома, поступающего на прессование, которая должна быть не ниже 50<sup>0</sup>С, тогда как фактически на заводах, имеющих достаточно протяженные линии транспортирования жома к прессам с двумя-тремя точками пересыпки, температура жома при его загрузке в пресса не превышает 40-45<sup>0</sup>С;

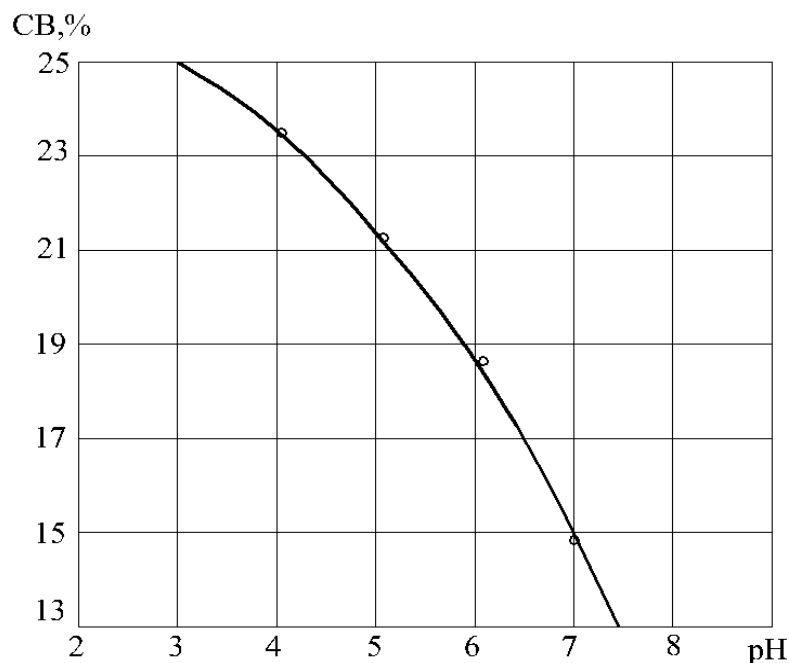
– величину рН воды, используемой для диффузии, практически равную рН воды в составе жома, выгружаемого из диффузионного аппарата.

Установлено, что наибольшей влагоудерживающей способностью обладает гидратопектин, присутствующий в составе клеточных стенок ткани свекловичной, в том числе и в обессахаренной, стружки. Минимальная интенсивность образования гидратопектина, как известно, наблюдается в интервале рН<sub>20</sub> 5,5-6,0, а при температуре экстрагента 64-65<sup>0</sup>С минимальному переходу протопектина в водорастворимые гидратные формы соответствуют значения рН 5,2-6,8.

Влияние величины рН экстрагента, подаваемого в «хвостовую» часть диффузионного аппарата, на содержание сухих веществ в прессованном жоме при

эксплуатации вертикальных прессов типа ГХ-2, отражает график, приведенный на рисунке 1.

Из графика видно, что при одном и том же усилии, затрачиваемом на прессование жома, снижение рН экстрагента с 7,0 до 5,5 позволяет повысить содержание сухих веществ в прессованном жоме с 14,5-15,0 % до 19,5-20 %. Это нашло подтверждение на тех сахарных заводах, которые освоили сульфитацию экстрагента для диффузии в усовершенствованной жидкостно-струйной установке [2].



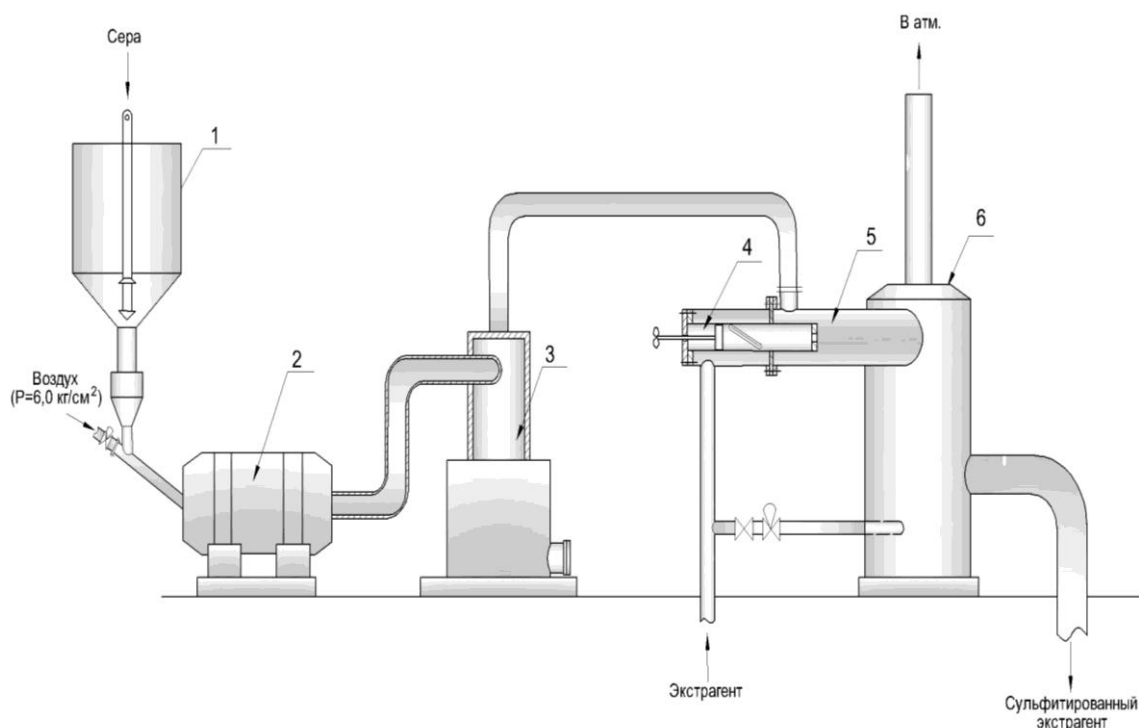
*Рис. 1. Влияние pH экстрагента на содержание сухих веществ в прессованном жоме*

На большинстве отечественных сахарных заводах для сульфитации экстрагента и жидких полупродуктов используются жидкостно-струйные аппараты типа А2-ПСК или А2-ПСМ – для производительности по переработке свекловичного сырья 3,0 и 6,0 тыс. т/сутки, либо установки собственного изготовления. Однако, данные установки не в состоянии обеспечить эффективное проведение процесса. В частности, не всегда достигается достаточная глубина сульфитирования для получения регламентированных значений рН, процесс сульфитации протекает неуправляемо (особенно при изменениях расхода обрабатываемого раствора в широком диапазоне), не исключается загазованность рабочего места, перерасход технической серы и значительные выбросы в атмосферу не утилизируемых остатков от ее сжигания.

Устранению указанных недостатков способствует новая сульфитационная установка [3], позволяющая эффективно с доведением до регламентированных значений рН проводить обработку экстрагента, а также соков, сиропов и клеровок тростникового сахара-сырца, представленная на рисунке 2.

Установка состоит из центробежно-струйной форсунки оригинальной конструкции и циклона-дожигателя, выполняющего роль средства для очистки сернистого газа и дожигания серы, а также регулятора подачи сернистого газа, поступающего в форсунку,

при изменении в широком диапазоне (50-120 % от номинального) расхода обрабатываемой жидкости.



**Рис. 2.** Установка для сульфитации жидкостей сахарного производства:

- 1 – дозатор серы; 2 – серосжигательная печь; 3 – циклон-дожигатель;  
4 – центробежно-струйная форсунка; 5 – камера смешивания; 6 – дегазатор

Следует отметить, что основная подготовка свекловичного жома к прессованию, параметрами которой являются продолжительность, температура и значение рН среды, происходит в «хвостовой» части диффузионных аппаратов. Продолжительность и температура диффузионного процесса при установившейся производительности завода и относительно однородном качестве свеклосырья практически не изменяются, поэтому подготовка свекловичного жома к прессованию сводится, по сути, к поддержанию оптимального значения рН среды, обусловленного количеством и значением рН направляемого в него экстрагента. Поддержание стабильно низкого значения рН (5,0-5,2 ед.) экстрагента способствует увеличению модуля упругости свекловичного жома и, как следствие, получению, при прочих равных условиях, высокой концентрации сухих веществ в прессованном жоме, направляемом на дальнейшее высушивание и гранулирование.

Ниже приводится расчет ожидаемой экономической эффективности способа подготовки экстрагента с использованием его глубокой сульфитационной обработки в новой усовершенствованной установке.

Расчет выполнен на 100 тыс. тонн переработки сахарной свеклы с учетом сокращения неучтенных потерь сахарозы на 0,05 % к массе перерабатываемого сырья за счет антисептического воздействия сернистой кислоты на микробиальную деятельность микроорганизмов с соответствующим увеличением выхода сахара-песка. Принимается также увеличение содержания сухих веществ за счет повышения модуля упругости сырого свекловичного жома в прессованном жоме на 3,0 % сухих веществ абсолютных (с

22 до 25% СВ) при выработке 5,0 тыс. тонн сушеного жома с содержанием сухих веществ 90 %.

Дополнительная выработка сахара-песка за счет сокращения неучтенных потерь сахарозы составит:

$$\frac{100000 \times 0,05}{100} = 50 \text{ тонн}$$

или в денежном выражении при цене за 1 тонну сахара-песка 30,0 тыс. рублей получим:

$$30 \times 50 = 1500 \text{ тыс. руб.}$$

Для получения 5,0 тыс. тонн сушеного жома необходимое количество прессованного до СВ=22 % жома составит:

$$5000 \times \frac{90}{22} = 20454 \text{ тонны}$$

Для получения того же количества сушеного жома необходимое количество прессованного до СВ=25 % жома составит:

$$5000 \times \frac{90}{25} = 18000 \text{ тонн}$$

Разница в  $20454 - 19000 = 2454$  тонны является дополнительно испаряемой влагой, а сокращение расхода условного топлива на ее испарение составит:

$$T_{\text{усл.}} = \frac{2454 \times 540}{7000 \times 0,92} = 206 \text{ тонн,}$$

где  $T_{\text{усл.}}$  – расход условного топлива, т; 540 – теплота парообразования, ккал/кг; 7000 – теплотворная способность условного топлива, ккал/кг; 0,92 – КПД котельной.

Известно, что 1 тонна условного топлива в пересчете на природный газ приблизительно равна  $1000 \text{ м}^3$  природного газа, тогда при цене  $1000 \text{ м}^3$  природного газа 6500 рублей экономия условного топлива в денежном выражении составит:

$$6500 \times 206 = 1339 \text{ тыс. руб.}$$

Общая ожидаемая экономическая эффективность составит:

$$1500 + 1339 = 2839 \text{ тыс. руб.}$$

Учитывая, что в среднем за сезон один сахарный завод Краснодарского края перерабатывает около 700 тыс. тонн корнеплодов сахарной свеклы, приведенные выше энерго-экономические показатели будут более значительными.

Таким образом, эффективность использования процесса сульфитации, как способа подготовки экстрагента для обессахирования свекловичной стружки, не вызывает сомнения, а рассмотренный выше способ может быть рекомендован для широкого внедрения на предприятиях отрасли.

#### ***Литература:***

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. Москва: Колос, 1998. 495 с.
2. Установка для сульфитации жидкостей сахарного производства: патент 2184783 Рос. Федерация, МПК<sup>7</sup> C13D3/10 / Выскребцов В.Б. [и др.]; заявитель и патентообладатель Выскребцов В.Б., Северо-Кавказский НИИ сахарной свеклы и сахара, №2001100321/13; заявл. 04.01.2001; опубл. 10.07.2002.

3. Установка для сульфитации жидкостей сахарного производства: патент 124680 Рос. Федерация, МПК C13K13/00 / Ю.И. Молотилин, В.О. Городецкий; патентообладатель ГНУ Краснодар. НИИ хранения и переработки с.-х. продукции Рос. академии с.-х наук (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии), №2011141396/13; заявл. 12.10.2011 г.; опубл. 10.02.2013 г.

***Literature:***

1. *Sapronov A.R. Technology of sugar production. Moscow: Kolos, 1998. 495 p.*
2. *Installation for sulphitation of liquids of sugar production: the RF patent 2184783, MPC<sup>7</sup> C13D3 / 10 / Vyskrebtsov V.B. [and oth.]; applicant and patent holder Vyskrebtsov V.B., the North Caucasian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, No. 2001100321/13; claimed. 04.01.2001; publ. 10.07.2002.*
3. *Installation for sulphitation of liquids of sugar production: the RF patent 124680, MPC C13K13 / 00 / Yu.I. Molotilin, V.O. Gorodetsky; patent holder is SSI Krasnodar. Research Institute of storage and processing of agricultural products of the RA of Agricultural Sciences (SSI KSRICHI of the Rosselkhozacademy), No. 2011141396/13; claimed 12.10.2011; publ. February 10, 2013.*