

Министерство образования и науки Краснодарского края
ГБПОУ КК
«Краснодарский технический колледж»

Т.В. Науменко

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового и дипломного проектирования
для студентов очной и заочной форм обучения специальности
19.02.04 «Технология сахаристых продуктов»

Краснодар
2014

Составитель преподаватель Т.В. Науменко

Учебно-методическое пособие "Расчет технологического оборудования сахарных заводов" к расчетным части курсового и дипломного проектирования для студентов всех форм обучения специальности 19.02.04 «Технология сахаристых продуктов»

Предложена методика расчета основного технологического и общезаводского оборудования сахарных заводов. Даны нормативные показатели для расчетов.

Рецензенты: Каширин А. Н.
Полубень Г.А.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 5 |
| 1 Расчет основного технологического оборудования | 6 |
| 1.1 Подъемники свеклы [свеклонасосы] | 6 |
| 1.2 Порционные весы для свеклы | 6 |
| 1.3 Бункера для свеклы над свеклорезками..... | 6 |
| 1.4 Мезголовушки | 7 |
| 1.5 Преддефекторы..... | 7 |
| 1.6 Дефекторы 1 и 2 ступени основной дефекации..... | 8 |
| 1.7 Дефекторы перед второй сатурацией | 9 |
| 1.8 Сатураторы сока 1 сатурации | 9 |
| 1.9 Сатураторы сока 2 сатурации | 10 |
| 1.10 Вакуум - фильтры сгущенного осадка..... | 10 |
| 1.11 Дисковые фильтры | 11 |
| 1.12 Фильтры-сгустители..... | 12 |
| 1.13 Вакуум-аппараты..... | 12 |
| 1.14 Утфелемешалки | 13 |
| 1.15 Кристаллизаторы горизонтального типа | 14 |
| 1.16 Утфелераспределители | 14 |
| 1.17 Аффинаторы и клеровочные аппараты | 14 |
| 1.18 Центрифуги | 15 |
| 1.19 Бункера для белого сахара | 16 |
| 1.20 Известково - газовые печи..... | 16 |
| 1.21 Известегасильные аппараты | 17 |
| 1.22 Гидроциклоны известкового молока..... | 18 |
| 1.23 Жомосушильные аппараты | 18 |
| 2 Расчет общезаводского оборудования | 20 |
| 2.1 Элеваторы | 20 |
| 2.2 Конвейеры грабельные..... | 21 |
| 2.3 Конвейеры винтовые (шнеки)..... | 21 |
| 2.4 Конвейеры ленточные | 22 |
| 2.5 Виброконвейеры для сахара | 23 |
| 2.6 Центробежные насосы..... | 24 |
| 2.7 Шестеренчатые насосы | 24 |
| 2.8 Роторные насосы..... | 25 |
| 2.9 Вакуум-насосы для конденсаторов..... | 25 |
| 2.10 Вакуум-насосы для конденсаторов вакуум-фильтров | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 2.11 Компрессоры для вакуум-фильтров | 26 |
| 2.12 Компрессоры для сатурационного газа | 27 |
| 2.13 Сборники и мешалки | 27 |
| 3 Вспомогательные данные для расчетов..... | 30 |
| 3.1 Нормативные плотности продуктов | 30 |
| 3.2 Насыпные плотности продуктов | 31 |
| 3.3 Углы естественного откоса материалов и продуктов..... | 32 |
| 3.4 Теплоемкость продуктов свеклосахарного производства | 33 |
| 3.5 Количество устанавливаемого резервного оборудования | 34 |
| Список литературы..... | 36 |

Введение

В настоящих методических указаниях даны основные формулы для расчета технологического оборудования, а также нормы и требования, обязательные при проектировании новых, расширении, реконструкции и технологического перевооружении свеклосахарных заводов.

Проектирование свеклосахарных заводов производить с применением прогрессивных технологий и оборудования, обеспечивающих ко времени ввода в действие соответствие их новейшим достижениям науки и техники.

При проектировании коэффициент использования мощности основного технологического оборудования в период производства принимать равным 1.0.

Расчет технической производительности технологического оборудования производить из условия переработки свеклы при непрерывной работе завода в течение 24 часов, нормативном качестве и количестве поступающих и отводимых продуктов, оптимальном режиме работы, обеспечивающем соблюдение установленных технико-экономических показателей работы оборудования. Резервное оборудование при расчете мощности не учитывать.

Расчет и выбор количества технологического оборудования производить по паспортным данным заводов-изготовителей.

В случае реконструкции или технического перевооружения свеклосахарного завода с повышением его мощности строить график мощности основного технологического оборудования и по принятой мощности осуществлять его выбор.

Результаты расчета целесообразно сводить в таблицы.

1 Расчет основного технологического оборудования

1.1 Подъемники свеклы [свеклонасосы]

Техническая производительность свеклонасосов, A т/сут.:

$$A = \frac{24 \cdot 100 \cdot P \cdot g}{a}, \quad (1)$$

где P - производительность рабочих насосов, $\text{м}^3/\text{ч}$,
[принимать по паспортным данным];
 a - количество перекачиваемой смеси, % к массе свеклы;
 g - объемная масса свекловодной смеси, $\text{т}/\text{м}^3$.

Нормативы.

$$a = 1000 \%;$$
$$g = 1,00 \text{ т}/\text{м}^3.$$

1.2 Порционные весы для свеклы

Техническая производительность весов A т/сут:

$$A = 1440 \cdot M \cdot n, \quad (2)$$

где M - масса одной порции свеклы, взвешиваемой на весах, т;
 n - максимально возможная частота отвесов, производимая весами, мин^{-1} [принимать по паспортным данным].

1.3 Бункера для свеклы над свеклорезками

Полная вместимость бункеров, V м^3 :

$$V = \frac{A \cdot Z}{1440 \cdot g}, \quad (3)$$

где A - техническая производительность завода, т/сут;
 g - насыпная плотность свеклы в бункере, $\text{т}/\text{м}^3$;
 Z - длительность пребывания свеклы в бункере, мин.

Нормативы.

$$g = 0,5 \text{ т}/\text{м}^3;$$
$$Z = 25 \text{ мин.}$$

1.4 Мезголоушки

Техническая производительность ротационных мезголоушек, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot 60 \cdot F \cdot g \cdot U}{a}, \quad (4)$$

где F - общая площадь активной фильтрующей поверхности сит, м²;

U - скорость фильтрования продукта, м³/(м²с);

g - плотность продукта, т/м³;

a - количество продукта, % к массе свеклы.

Нормативы.

Для диффузионного сока:

$$U = 0,01 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с}),$$

$$g = 1,064 \text{ т/м}^3$$

Для жомопрессовой воды:

$$U = 0,0083 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с}),$$

$$g = 1.05 \text{ т/м}^3.$$

1.5 Преддефекторы

Техническая характеристика преддефектора, А т/сут:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot g \cdot \phi}{a \cdot z}, \quad (5)$$

где V - полная вместимость преддефектора, м³;

φ - коэффициент заполнения;

a- количество преддефектованного сока с учетом возврата сгущенной суспензии сока второй сатурации и нефильтрованного сока первой сатурации; % к массе свеклы;

g - плотность преддефектованного сока, т/м³

z - длительность преддефекации, мин.

Нормативы представлены в таблице 1

Таблица 1- Нормативы

| Наименование | Горизонтальные преддефекаторы | | Вертикальные преддефекаторы | |
|---|-------------------------------|--------|-----------------------------|----------|
| | холодная | теплая | теплая | горячая |
| Температура процесса, °С | 40-50 | 50-60 | 50-60 | более 60 |
| Количество возврата, % к массе свеклы: сгущенная суспензия | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 |
| Количество возврата, % к массе свеклы: сгущенная суспензия | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 |
| сок первой сатурации | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Длительность процесса преддефекации, мин | 30 | 15 | 15 | 7 |
| Плотность преддефекованного сока: т/м ³ | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |
| Примечание - для аппаратов производительностью: до 3 тыс. тонн свеклы в сутки φ = 0.7 свыше 3 тыс. тонн свеклы в сутки φ = 0.85 | | | | |

1.6 Дефекаторы 1 и 2 ступени основной дефекации

Техническая производительность дефекатора, А т/сут.

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \phi \cdot g}{a \cdot z}, \quad (6)$$

где V - полная вместимость дефекатора, м³;
 φ - коэффициент заполнения;
 а - количество дефекованного сока (с учетом возвратов на преддефекатор), % к массе свеклы;
 g - плотность дефекованного сока: т/м³;
 z - продолжительность дефекации, мин.

Нормативы.

Для аппаратов производительностью:

до 3 тыс. тонн свеклы в сутки φ = 0.7

свыше 3 тыс. тонн свеклы в сутки φ = 0.85

Для всех производительностей:

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 ступень: при холодном процессе | $z=30$ мин, |
| при теплом процессе | $z= 20$ мин. |
| 2 ступень (горячая) | $z= 10$ мин. |
| | $g= 1.08$ т/м ³ |

1.7 Дефекторы перед второй сатурацией

Техническая производительность дефекторов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \phi \cdot g}{a \cdot z}, \quad (7)$$

где V - полная вместимость дефекатора, м³;
 ϕ - коэффициент заполнения;
a - количество дефекованного сока (равно сумме количества фильтрованного сока первой сатурации и известкового молока на дефекацию), % к массе свеклы;
g - плотность дефекованного сока, т/м³;
z - продолжительность дефекации, мин.

Нормативы.

Для аппаратов производительностью:

до 3 тыс. тонн свеклы в сутки

$$\phi = 0.7$$

свыше 3 тыс. тонн свеклы в сутки

$$\phi = 0.85$$

$z= 5$ мин,

$g = 1.08$ т/м³.

1.8 Сатураторы сока 1 сатурации

Техническая производительность сатураторов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \phi \cdot g}{a \cdot z}, \quad (8)$$

где V - полная вместимость сатуратора, м³;
 ϕ - коэффициент заполнения;
a - количество сатурированного сока (без учета сока рециркуляции в аппарате, но с учетом возвратов на преддефекацию и смывов с фильтров второй сатурации), % к массе свеклы;
g - плотность нефильтрованного сатурированного сока, т/м³;
z - продолжительность сатурации, мин.

Нормативы.

Для аппаратов производительностью:

до 3 тыс. тонн свеклы в сутки $\varphi = 0.8$,
 свыше 3 тыс. тонн свеклы в сутки $\varphi = 0.4$.
 $z = 10$ мин. $g = 1.09$ т/м³.

1.9 Сатураторы сока 2 сатурации

Техническая производительность сатураторов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \phi \cdot g}{a \cdot z}, \quad (9)$$

где V - полная вместимость сатуратора, м³;
 ϕ - коэффициент заполнения;
 а - количество сатурированного сока, % к массе свеклы;
 g - плотность нефильтрованного сатурированного сока, т/м³;
 z - продолжительность сатурации, мин.

Нормативы.

Для аппаратов производительностью:

до 3 тыс. тонн свеклы в сутки $\varphi = 0.4$
 свыше 3 тыс. тонн свеклы в сутки $\varphi = 0.55$
 $z = 10$ мин.
 $g = 1.06$ т/м³.

1.10 Вакуум - фильтры сгущенного осадка

Техническая производительность фильтров, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 60 \cdot F \cdot U \cdot \phi \cdot g}{(a - 2c) \cdot M}, \quad (10)$$

где F - общая поверхность фильтрования рабочих фильтров, м²;
 ϕ - коэффициент использования поверхности фильтрования;
 U - скорость активного фильтрования, м³/(м²с);
 а - количество нефильтрованного сока 1 сатурации (с учетом возвратов на преддефекцию и смывов с фильтров 2 сатурации), % к массе свеклы;
 с - количество извести, направляемое на очистку сока, % к массе свеклы;
 М - количество отделяемого на фильтрах сока, % к общему количеству жидкой фазы нефильтрованного сока первой сатурации;
 g - плотность жидкой фазы нефильтрованного сока, т/м³.

Нормативы:

$$\varphi = 0.3; \quad M = 20\%; \quad g = 1.055 \text{ т/м}^3;$$

для вакуум - фильтров со сходящим полотном

$$U = 3.0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с});$$

для вакуум - фильтров с фиксированным полотном

$$U = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с}).$$

1.11 Дисковые фильтры

Дисковые фильтры допускаются:

а) устанавливать вновь для фильтрования:

сульфитированного сока;

сульфитированного сиропа с клеровкой;

б) сохранять на действующих заводах для фильтрования сока 2 сатурации.

Техническая производительность фильтров, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot 60 \cdot F \cdot U \cdot g}{a}, \quad (11)$$

где F - общая площадь поверхности фильтрации рабочих фильтров, м²;
g - плотность жидкой фазы сока (сиропа), т/м³;
a - количество фильтрованного сока (сиропа), % к массе свеклы;
U - средняя скорость фильтрования, м³/м²с.

Нормативы.

Для сульфитированного сока, сока 2 сатурации (контрольное фильтрование)

$$U = 1.3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с});$$

для сиропа с клеровкой

$$U = 3.3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{с});$$

$$g_{\text{сока}} = 1.055 \text{ т/м}^3; \quad g_{\text{сиропа}} = 1.32 \text{ т/м}^3.$$

1.12 Фильтры-сгустители

К установке принимать листовые саморазгружающиеся фильтры-сгустители.

Техническая мощность фильтров, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 60 \cdot F \cdot U \cdot g \cdot Z_1}{(a - 2 \cdot c) \cdot M \cdot (Z_1 + Z_2)}, \quad (12)$$

- где F - общая площадь поверхности фильтрования рабочих фильтров (без резервных), м² ;
U - скорость активного фильтрования, м³ / (м² * с);
a - количество нефильтрованного сока, % к массе свеклы;
c - количество извести направляемой на очистку, % к массе свеклы;
M- количество фильтрованного сока, прошедшее через фильтры, % к массе жидкой фазы нефильтрованного сока;
Z₁- длительность активного фильтрования, мин.;
Z₂- длительность вспомогательных операций, мин.

Нормативы.

$$U = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{ с}) \quad M = 80\% \\ Z_1 = 38 \text{ мин} \quad Z_2 = 8 \text{ мин}$$

1.13 Вакуум - аппараты

Техническая производительность периодически действующих вакуум - аппаратов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot M}{a \cdot z}, \quad (13)$$

- где M - масса одной вари утфеля всех аппаратов данного продукта, т;
a - выход сваренного утфеля данного продукта, % к массе свеклы;
z - длительность одного полного оборота аппарата данного продукта, мин
 $z = z_1 + z_2$
z₂ - длительность вспомогательных операций, мин.;
z₁ - длительность активной работы аппарата, мин.

Нормативы представлены в таблице 2

Таблица 2 - Нормативы

| Вакуум -аппараты | Доброкачественность увариваемых продуктов | Z ₁ , мин. | | Z ₂ , мин | |
|---|---|-----------------------|----------------|----------------------|----|
| | | без рециркулятора | с циркулятором | | |
| При трехкристаллизационной схеме Утфеля 1 кристаллизации | 94 и выше | 145 | 130 | 15 | |
| | 92-93 | 160 | 145 | 15 | |
| | 90-91 | 195 | 175 | 15 | |
| | 89-90 | 210 | 190 | 15 | |
| | 85-87 | 275 | 235 | 25 | |
| | 83-84 | 305 | 260 | 25 | |
| | Утфеля 2 кристаллизации | 78-77 | 375 | 285 | 45 |
| | | 76-75 | 555 | 420 | 45 |
| | | 74 и ниже | 795 | 600 | 55 |
| | Утфеля 3 кристаллизации | 92-93 и выше | 175 | 160 | 15 |
| 90-91 | | 210 | 190 | 15 | |
| Утфеля 1 кристаллизации | 88 | 250 | 225 | 15 | |
| | 78-77 | 370 | 315 | 45 | |
| | 76-75 | 555 | 475 | 45 | |
| Утфеля 2 кристаллизации | | | | | |

1.14 Утфелемешалки

Полная вместимость утфелемешалки, V м³:

$$V=1.2 * V_{\text{в}} \quad (14)$$

где V_в - полезная вместимость наибольшего вакуум - аппарата соответствующего утфеля, м³.

1.15 Кристаллизаторы горизонтального типа

Техническая производительность кристаллизаторов горизонтального типа, А т/сут.:

$$A = \frac{24 \cdot 100 \cdot V \cdot g \cdot \phi}{a \cdot z}, \quad (15)$$

где V - общая полная вместимость всех кристаллизаторов, м³;

φ - коэффициент заполнения;

g - плотность утфеля при температуре кристаллизации, т/м³;

a - количество утфеля, % к массе свеклы;

z - общая длительность кристаллизации (охлаждение и подогрев), ч.

Нормативы.

$$\phi = 0.9; \quad g = 1.45;$$

при трехкристаллизационной схеме z = 34ч;

при двухкристаллизационной схеме z = 28ч.

Площадь поверхности теплообмена для горизонтальных кристаллизаторов с дисковой поверхностью теплообмена принимать из расчета 1.65 м² на 1 м³ емкости кристаллизатора.

1.16 Утфелераспределители

Техническую характеристику утфелераспределителей принимать по паспортным данным с учетом габарита фронта центрифуг данной группы (с резервом) и из условия:

$$V = (1.5-2.0)V_{ц}, \quad (16)$$

где V - полная вместимость утфелераспределителя, м³;

V_ц- объем разовой загрузки утфеля в ротор центрифуг данной группы (с резервной).

1.17 Аффинаторы и клеровочные аппараты

Техническая производительность аффинаторов и клеровочных аппаратов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 * 100 * V * g * \phi}{a * z} \quad (17)$$

где V - полная вместимость аппарата, м³;

φ - коэффициент заполнения;

a - количество продукта, % к массе свеклы;

g - плотность продукта, т/м³;
 z - длительность процесса, мин.

Нормативы.

$\varphi = 0.9$; $g = 1.45$ т/м³;
для аффинатора $z = 20$ мин.;
для клеровочного аппарата $z = 15$ мин.

1.18 Центрифуги

К установке принимать:

для утфелей первой кристаллизации - автоматизированные быстроходные центрифуги периодического действия с программным управлением;

для утфелей промежуточной и последней кристаллизации, а также аффинационного утфеля - центрифуги непрерывного действия или автоматизированные быстроходные центрифуги периодического действия с программным управлением.

Техническая производительность центрифуг периодического действия, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 * 100 * M * \eta}{a * z}, \quad (18)$$

где M - разовая загрузка роторов всех центрифуг данного утфеля без учета резервных, принимать по паспортным данным, т;
 a - количество утфеля данной кристаллизации, % к массе свеклы;
 η - эксплуатационный коэффициент;
 z - длительность одного цикла работы центрифуги, мин.

Нормативы.

Для утфеля 1 кристаллизации:

при 1450 об/мин. $z = 3.5$ мин.

при 1000 об/мин. $z = 4.0$ мин.

Для утфеля промежуточной кристаллизации и аффинационного утфеля $z = 8$ мин.

Для утфеля последней кристаллизации при 1450 об/мин.;

при двух кристаллизациях $z = 14$ мин.

при трех кристаллизациях $z = 16$ мин.

Для утфеля первой и промежуточной кристаллизации $\eta = 0.9$

Для утфеля последней кристаллизации $\eta = 0.8$.

На заводах действующей базы, при отсутствии паспортных данных, загрузка утфеля в ротор с плоским дном, А т :

$$M = \frac{3.14 * (D^2 - d^2) * h * g}{4}, \quad (19)$$

где D - внутренний диаметр фильтрующего сита ротора, м;
d - диаметр загрузочного проема ротора, м
h - высота ротора, м;

Нормативы.

Для утфелей всех кристаллизаций $g=1.45$ т/м³.

Техническая производительность центрифуг непрерывного действия, А т/сут.:

$$A = \frac{24 * 100 * M}{a} \quad (20)$$

где a - количество утфеля данной кристаллизации, % к массе свеклы;
M - часовая производительность всех центрифуг данного утфеля, без учета резервных, принимать по паспортным данным, т/ч.

1.19 Бункера для белого сахара

Число бункеров принимать в зависимости от количества распределяемых фракций и условий компоновки, но не менее трех.

Полная вместимость бункеров, V м³:

$$V = \frac{A * a * z}{24 * 100 * g}, \quad (21)$$

где A - техническая производительность завода, т/сут.;

g - насыпная плотность сахара, т/м³;

a - выход сахара, % к массе свеклы (принимать по расчету продуктов, но не менее 15% к массе свеклы):

z - длительность пребывания сахара в бункере, час.

Полезная вместимость бункера рассчитывается с учетом расположения сахара в бункере.

Нормативы.

z = 16 часов, g = 0.8 т/м³.

1.20 Известково - газовые печи

К установке принимать печи шахтного типа со скиповым подъемником.

Техническую производительность принимать по паспортным данным.

Проверку технической производительности, А тонны СаО/сут., производить по выражению:

$$A = \frac{78.5 * D^2 * a}{k * c}, \quad (22)$$

где с - суммарный расход извести с учетом известкования:

транспортно-моечной воды - 0.11 - 0.25;

лаверных вод - 0.02 -

на обработку склада свеклы - 0.1 - 0.2, % к массе свеклы;

к - коэффициент, учитывающий потери извести при обжиге, гашении и очистке;

а - удельный объем извести с 1 м² поперечного сечения печи в сутки, тонны СаО/(м²сут.), принимать по таблице 3;

D - внутренний диаметр шахты печи, м, принимать по паспортным данным.

Диаметр шахты для печей с конической шахтой принимать по диаметру на уровне 4.0 - 4.5 м над уровнем выгрузки извести.

Нормативы.

$$K = 1.1$$

Таблица 3- Удельный съем извести, тонны СаО/(м²сут.)

| Тип печи | Удельный съем извести, тонны СаО/(м ² сут.) |
|---|---|
| 1. Печи ИШП-100 и Ш1 - ПШИ-100 2. Печи зарубежной поставки | не менее 11.1 принимать по паспортным данным, а при их отсутствии 10 |
| 3. Существующие печи сахарных заводов (кроме указанных в п.1 и 2) | 7 – 10 |
| 4. Печи на мазуте | до 16 |

1.21 Известегасильные аппараты

Техническая производительность аппаратов, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \phi \cdot g}{k \cdot 5 \cdot c \cdot z}, \quad (23)$$

где с - суммарный расход извести (см.п.2.20.),% к массе свеклы;

z - длительность гашения, мин.;

- φ - коэффициент заполнения аппарата, принимается по паспортным данным аппаратов, в среднем 0.25;
 V - полный объем аппаратов;
 g - плотность известкового молока, т/м³;
 k - коэффициент, учитывающий потери извести при обжиге, гашении и очистке.

Нормативы.

$$z = 15 \text{ мин.}; \quad k = 1.2.$$

1.22 Гидроциклоны известкового молока

Техническая производительность гидроциклонов, А т/сут.:

$$A = \frac{24 \cdot 100 \cdot P \cdot g}{K \cdot 5 \cdot C}, \quad (24)$$

- где P - общая производительность рабочих гидроциклонов (без резервных), м³/ч; производительность одного гидроциклона принимать по паспортным данным;
 g - плотность известкового молока, т/м³;
 C - суммарный расход извести (см.п.2.20), % к массе свеклы;
 K - коэффициент, учитывающий потери извести при очистке.

Нормативы.

$$K = 1.1$$

1.23 Жомосушильные аппараты

Техническая производительность аппаратов (по сушеному жому), А_{сж} т/сут.:

$$A_{сж} = \frac{24 \cdot V \cdot W \cdot CB_{пж} \cdot (100 - П_c)}{1000 \cdot \omega \cdot CB_{сж}}, \quad (25)$$

- где А_{сж} - техническая производительность жомосушильных аппаратов по сушеному жому, т/сут.;
 V - общий объем жомосушильных аппаратов, м³;
 W - влагонапряжение единицы объема аппаратов, кг/(м³ч);
 СВ_{пж} - содержание сухих веществ в прессованном жоме, направляемом на сушку, % к массе прессованного жома;
 СВ_{сж} - содержание сухих веществ в сушеном жоме, % к массе сушеного жома;
 Пс - потери сухих веществ в сушеном жоме, % к сухим веществам

вам прессованного жома;

ω - количество воды, испаряемой при сушении жома, % к массе прессованного жома;

$$\omega = \frac{CB_{сж} - CB_{жк}}{CB_{сж}} * 100, \quad (26)$$

Нормативы.

Для жомосушильных аппаратов:

диаметром 2.4 м $w = 170 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{ч})$;

диаметром 3.0 м $w = 160 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{ч})$;

диаметром 3.5 м $w = 150 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{ч})$;

диаметром 4.0 м $w = 140 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{ч})$;

$P_c = 3\%$ $CB_{сж} = 88\%$

2 Расчет общезаводского оборудования

2.1 Элеваторы

Техническая производительность элеваторов, А т/сут.:

$$A = \frac{86400 \cdot 100 \cdot V \cdot U \cdot \phi \cdot g}{a \cdot s}, \quad (27)$$

- где V - полная вместимость карманов, м³;
 φ - коэффициент заполнения карманов (таблица 4);
 g - насыпная плотность материала, т/м³(таблица 4);
 U - скорость движения карманов, м/с (таблица 4);
 s - шаг карманов, м (по паспортным данным);
 а - количество транспортируемого материала, % к массе свеклы.

Нормативы: Таблица 4

Таблица 4 - Нормативы

| Элеватор | Скорость движения карманов, U, м/с | Коэффициент заполнения, φ | Насыпная плотность материала, g т/м ³ |
|--|------------------------------------|---------------------------|--|
| Для свеклы на ролико-втулочных цепях | 0.8 | 0.6 | 0.60 |
| Для свеклы на корабельных цепях | 0.65 | 0.6 | 0.60 |
| Для хвостиков и боя свеклы | 0.8 | 0.6 | 0.5 |
| Для стружки | 1.0 | 0.7 | 0.45 |
| Для свежего и предварительно отжатого жома | 0.8 | 0.7 | 0.60 |
| Для отжатого жома | 1.0 | 0.5 | 0.50 |
| Для сушенного жома | 1.5 | 0.7 | 0.25 |
| Для недосушенного жома | 1.5 | 0.7 | 0.35 |
| Для гранулированного жома | 1.5 | 0.7 | 0.60 |
| Для сахара, на ленточной тяге | 2.0 | 0.75 | 0.80 |
| Для сахара, на цепной тяге | 1.5 | 0.75 | 0.80 |
| Для сахара, наклонный, на цепной тяге | 1.5 | 0.75 | 0.80 |
| Отходы моечного и известкового отделения | 0.6 | 0.7 | 1.25-1.6 |

2.2 Конвейеры грабельные

Техническая производительность конвейеров, А т/сут.:

$$A = \frac{86400 \cdot 100 \cdot B \cdot h \cdot U \cdot k \cdot g \cdot \phi}{a}, \quad (28)$$

- где В - общая ширина желобов конвейеров, м;
h - высота слоя продукта в желобе, м, принимать по высоте желоба, но не более 0.2 м ;
U - скорость движения грабель, м/с ;
g - насыпная плотность продукта, т/м³ (таблица 4);
φ - коэффициент заполнения желоба;
а - количество продукта, % к массе свеклы;
к - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера.

Нормативы.

| | |
|----------------------------|----------|
| U - не более 0.8 м/с; | φ = 0.6. |
| при угле 0-10 ⁰ | к = 1 |
| при угле 20 ⁰ | к = 0.85 |
| при угле 30 ⁰ | к = 0.75 |
| при угле 35 ⁰ | к = 0.6 |
| при угле 40 ⁰ | к = 0.5 |
| при угле 45 ⁰ | к = 0.4 |

2.3 Конвейеры винтовые (шнеки)

Техническая производительность конвейеров, А т/сут.:

$$A = \frac{1130 \cdot 100 \cdot D^2 \cdot n \cdot s \cdot k \cdot \phi \cdot g}{a}, \quad (29)$$

- где D - диаметр винта, м;
s - шаг винта, м (при отсутствии данных принимать 0.8D);
φ - коэффициент заполнения корпуса конвейера;
g - насыпная плотность транспортируемого материала, т/м³ (таблица 4);
n - частота вращения винта, мин⁻¹ (таблица 5);
а - количество транспортируемого материала, % к массе свеклы;

k - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера.

Нормативы.

| | |
|-----------------------|-------------|
| При угле 0° | $k = 1.0$; |
| при угле 5° | $k = 0.9$; |
| при угле 10° | $k = 0.8$ |
| при угле 15° | $k = 0.7$ |
| при угле 20° | $k = 0.65$ |
| при угле 25° | $k = 0.6$ |

При отсутствии внутренних подшипников $\varphi = 0.5 - 0.6$;

при наличии внутренних подшипников $\varphi = 0.15 - 0.25$.

Таблица 5

| Диаметр винта, мм | Транспортируемый материал | | | |
|----------------------|--|--------------|--|--------------|
| | Неотжатый и отжатый жом, хвостики, фильтрационный осадок | | Желтый и аффинированный сахар, комки сахара | |
| | Частота вращения винта, мин ⁻¹ | | | |
| | рекомендуемая | максимальная | рекомендуемая | максимальная |
| 200 | 35-40 | 00 | 40-45 | 70 |
| 250 | 35-40 | 90 | 35-40 | 60 |
| 300 | 30-35 | 90 | 25-30 | 50 |
| 400 | 20-30 | 70 | 25-30 | 50 |
| 500 | 20-30 | 60 | 25-30 | 40 |
| 600 | 20-30 | 60 | 25-30 | 40 |
| 700 | 20-30 | 55 | 20-25 | 35 |

3.4 Конвейеры ленточные

Техническая производительность конвейеров с насыпным грузом, А т/сут:

$$A = \frac{24 * 100 * K_1 * K_2 * B^2 * U * g}{a}, \quad (30)$$

где K_1 - коэффициент, зависящий от формы ленты;

B - ширина ленты, м;

g - насыпная плотность транспортируемого материала, т/м³ (табл. 4),

U - скорость движения ленты, м/с (таблица 6);
 a - количество транспортируемого материала,% к массе свеклы;
 K₂ - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера.

Нормативы.

При угле 0-10⁰ K₂= 1
 при угле 11-13⁰ K₂ = 0.95
 при угле 14-16⁰ K₂ = 0.9
 при угле 17-20⁰ K₂ = 0.85
 при угле 21-24⁰ K₂ = 0.8
 при угле 25-28⁰ K₂ = 0.75
 Для желобчатой ленты K₁ = 27 Для плоской ленты K₁ = 150

Таблица 6- Нормативы

| Конвейер | Максимально допустимая скорость движения ленты, м/с | Максимально допустимый угол наклона конвейера,градус |
|-----------------------------|---|--|
| Для свеклы | 1,6 | 12 |
| Для стружки | 2.0 | 18 |
| Для отходов легких примесей | 1.6 | 25 |
| Для отжатого жома | 1.6 | 25 |
| Для сухого сахара | 1.6 | 18 |
| Для влажного сахара | 1.6 | 18 |
| Для гранулированного жома | 1.6 | 15 |
| Для известняка | 2.0 | 18 |

2.5 Виброконвейеры для сахара

Техническая производительность конвейеров для белого сахара под центрифугами, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 * 100 * 60 * U * B * h * g}{a}, \quad (31)$$

где g - плотность сахара, т/м³ (таблица 4);
 B - ширина желоба конвейера, м;
 a - количество сахара,% к массе свеклы (принимать по расчету продуктов, но не менее 15%);

h - средняя толщина слоя сахара в желобе, м;
 U - скорость движения сахара, м/с;

$$U = 0.21 * n * r * tg\alpha * f, \quad (32)$$

r - радиус кривошипа, м;
 f - коэффициент трения скольжения сахара о желоб;
 n - частота вращения кривошипа, мин⁻¹;
 α - угол наклона пружины к вертикали, градусы.

Нормативы.

$$h = 0.5 \text{ м}$$

$$f = 0.3$$

2.6 Центробежные насосы

Центробежные насосы выбирать по характеристическим кривым расхода (Q) и полного напора (H). Полный напор рассчитывать с учетом высоты подъема продукта и всех сопротивлений трассы, включая сопротивления, создаваемые арматурой и датчиками системы автоматизации. Для трасс, оснащенных регулирующими органами, предусматривать запас по напору до 20%.

Подачу продукта насосом определять по формуле, Q м³/ч:

$$Q = \frac{A * a * K}{100 * 24 * g}, \quad (33)$$

где A - мощность завода, тонн свеклы в сутки;
 a - количество перекачиваемого продукта, % к массе свеклы;
 g - плотность продукта, т/м³;
 K - коэффициент неравномерности потока продукта.

Нормативы.

$$K = 1.15$$

2.7 Шестеренчатые насосы

Техническая производительность насосов, A т/сут.:

$$A = \frac{24 * 100 * Q * g}{a * K}, \quad (34)$$

где K - коэффициент неравномерности;
 a - количество перекачиваемого продукта, % к массе свеклы;
 g - плотность продукта, т/м³;
 Q - подача насоса, м³/ч, принимать по паспорту насосов или

определять расчетом:

$$Q = \frac{3.14 * (D^2 - d^2) * B * \varphi * n * 60}{4}, \quad (35)$$

D - наружный диаметр шестерен, м;

d - диаметр впадин шестерен, м;

B - длина шестерни (зуба), м;

n - частота вращения шестерен, мин⁻¹;

φ - коэффициент заполнения насоса.

Нормативы.

$$K = 1.1$$

$$\varphi = 0.6$$

2.8 Роторные насосы

Техническая производительность насосов, А т/сут.:

$$A = \frac{24 * 100 * Q * g}{a * K}, \quad (36)$$

где

K - коэффициент неравномерности;

a - количество перекачиваемого продукта, % к массе свеклы;

g - плотность перекачиваемого продукта, т/м³;

Q - подача насоса, принимать по паспорту насоса или определять по формуле, м³/ч:

$$Q = 2 * 60 * V * n, \quad (37)$$

V - объем заполнения насоса, м³;

n - частота вращения ротора, мин⁻¹

Нормативы.

$$K = 1.2$$

2.9 Вакуум-насосы для конденсаторов

К установке принимать ротационные водокольцевые вакуум-насосы.

Техническая производительность насосов, А т/сут.:

$$A = \frac{Q * 1440}{10 * V_n}, \quad (38)$$

где Q - количество отсасываемого насосом воздуха, м³/мин, принимать по паспортным данным;

V₀ - удельный объем отсасываемого насосом воздуха, м³ на 100 кг свеклы:

$$V_c = \frac{0.0688 * a * (273 \div t_0) * K}{760 - P_0}, \quad (39)$$

где t_0 - температура воздуха, поступающего на насос, град.;
 P_0 - разрежение у насоса, мм.рт.ст.;
 a - количество пара, поступающего в конденсатор,
 % к массе свеклы;
 K - коэффициент неравномерности отбора пара.

Нормативы.

$$t_0 = 25^{\circ}\text{C}; \quad P_0 = 670 \text{ мм.рт.ст.}; \quad K = 1.2$$

Количество пара от периодически действующих вакуум-аппаратов:

| | |
|-------------------------|--------------|
| утфеля 1 кристаллизации | $a = 14.2\%$ |
| утфеля 2 кристаллизации | $a = 3.3\%$ |
| утфеля 3 кристаллизации | $a = 1.8\%$ |

2.10 Вакуум-насосы для конденсаторов вакуум-фильтров

К установке принимать ротационные водокольцевые вакуум-насосы.
 Подача насосов, Q м³/мин.

$$Q = F * V_0, \quad (40)$$

где F - общая фильтрующая поверхность рабочих вакуум-фильтров, м²;
 V_0 - удельный расход воздуха на 1 м² фильтрующей поверхности вакуум-фильтров, м³/(м²мин.)

Нормативы.

Для вакуум-фильтров малого погружения:

$$V_0 = 0.65 \text{ м}^3/(\text{м}^2\text{мин.})$$

2.11 Компрессоры для вакуум-фильтров

К установке принимать ротационные водокольцевые компрессоры или турбокомпрессоры.

Подача компрессоров, Q м³/мин.

$$Q = F * V_0, \quad (41)$$

где F - общая фильтрующая поверхность рабочих вакуум-фильтров, м²;
 V_0 - удельный расход воздуха на 1 м² фильтрующей поверхности фильтров, м³/(м²мин.).

Нормативы.

Для вакуум-фильтров малого погружения:

$$V_0 = 0.12 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \text{мин.}).$$

2.12 Компрессоры для сатурационного газа

К установке принимать ротационные или поршневые компрессоры.

Техническая производительность компрессоров, А т/сут.;

$$A = \frac{1440 * 100 * Q}{K * C * V_{\text{г}}}, \quad (42)$$

- где Q - объемная подача газа рабочих компрессоров (без резервных), м³/мин.;
- K - коэффициент, учитывающий потери извести при обжиге, гашении, очистке;
- C - суммарный расход извести всеми потребителями (см. п. 2.20), % к массе свеклы;
- V_г- удельный объем печных газов (при 20⁰С и давлении 1013 кПа) на 1 тонну СаО, м³.

Нормативы.

$$V_{\text{г}} = 2100 \text{ м}^3 \quad K = 1.2$$

2.13 Сборники и мешалки

Техническая производительность сборников, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 * 100 * V_n * g}{a * Z}, \quad (43)$$

- где V_n - общая полезная вместимость сборников, м³ (объем на 200 мм ниже верхнего края сборников сока, сиропа, промоя, воды, конденсата и на 400 мм для сборников оттеков и мелассы);
- g - плотность продукта, т/ м³;
- a - количество продукта, % к массе свеклы;
- Z - расчетная длительность пребывания продукта в сборнике, мин. (таблица 7).

Техническая производительность мешалки, А т/сут.:

$$A = \frac{1440 * 100 * V * \varphi * g}{a * Z}, \quad (44)$$

- где V - полная вместимость мешалки, м³;

φ - коэффициент заполнения мешалки;
 a - количество продукта, % к массе свеклы:
 для мешалок известкового молока;

$$a = 5 * C_1; \quad (45)$$

для мешалки фильтрационного осадка:

$$a = 20(C_2 + b). \quad (46)$$

C_1 - суммарный расход извести, % к массе свеклы;

b - расход фильтровального порошка на все группы фильтров, % к массе свеклы;

C_2 - расход извести на очистку сока, % к массе свеклы;

Z -расчетная длительность пребывания продукта мешалке, мин.(таблица 7);

g - плотность продукта, т/м³.

Нормативы.

Для мешалок известкового молока до и после гидроциклонов и перед аппаратами очистки и для периодически действующих клеровочных мешалок $\varphi = 0.9$.

Для мешалки фильтрационного осадка $\varphi = 0.8$

Таблица 7-Нормативы

| Наименование жидкости, сборника, мешалки | Длительность пребывания, мин. или вместимость | Примечание |
|---|---|-----------------------------------|
| Сборник жомопрессовой воды после пульповоловушек | 5-7 | |
| Мешалка жомопрессовой воды перед диффузией | 10 | |
| Сборник диффузионного сока перед дефеко-сатурацией | 10 | |
| Мешалки нефильтрованного сока 1 сатурации | 6-8 | |
| Напорный сборник сатурированного сока перед ФИЛС | равен объему фильтра | 4-5 кратная вместимость 1 фильтра |
| Сборник фильтрованного сатурированного сока | 6-8 | |
| Мешалка суспензии сока 1 (2) сатурации после ФИЛС | 5 | |
| Напорно-распределительная мешалка суспензии сока 1 сатурации перед вакуум-фильтрами | 5 | |
| Мешалка фильтрационного осадка с вакуум- | | |

Продолжение таблицы 7

| Наименование жидкости, сборника, мешалки | Длительность пребывания, мин. или вместимость | Примечание |
|---|---|--|
| фильтром | 6-8 | |
| Сборник сока и промывного фильтрата после вакуум-фильтров | 3-5 | Объем рассчитывается для создания гидрозатвора |
| Сборник барометрической воды после конденсатора вакуум-фильтров | 6-8 | |
| Сборник нефильтрованного сока 2 сатурации | 10-15 15-20 | |
| Сборник сульфитированного сока перед дисковыми фильтрами | 3 | |
| Сборник сульфитированного сока перед выпарной установкой | 3-5 | |
| Сборник сиропа и клеровки после выпарной станции | 6-8 | |
| Сборник сульфитированного сиропа | 3-5 | |
| Напорный сборник сиропа перед дисковыми фильтрами | 20 | |
| Сборник фильтрованного сиропа | 30 | |
| Клеровочные мешалки желтого сахара 2 кристаллизации | | |
| Сборники оттеков у центрифуг: | 30 | |
| меласса | 30 | |
| 1 оттек утфеля 1 | 30 | |
| 2 оттек утфеля 1 | | |
| 1 оттек утфеля 2 | | |
| Сборники перед вакуум-аппаратами: | 120 | |
| сироп (вместе с клеровкой) | 180 | |
| оттеки утфеля 1 | 240 | |
| оттеки утфеля 2 | 240 | |
| аффикационный оттек | 20 | |
| Аффикатор сахара последней кристаллизации | вместимость | |
| Клеровочная мешалка сахарной пыли и комков сахара | 1-1.5 м ³ | |

3 Вспомогательные данные для расчетов

3.1 Нормативные плотности продуктов

Нормативные плотности продуктов даны при температурах проведения процесса

Таблица 8

| Наименование продукта | Плотность, т/м ³ |
|---|--------------------------------|
| Свекловодяная смесь в гидротранспортере | 1.00 |
| Диффузионный сок | 1.064 |
| Жомопрессовая вода | 1.05 |
| Барометрическая вода | 0.99 |
| Аммиачный конденсат | 0.97 |
| Преддефекованный сок | 1.07 |
| Дефекованный сок | 1.08 |
| Сок 1 сатурации (нефilterованный) | 1.09 |
| Сок 1 сатурации (filterованный) | 1.055 |
| Сгущенная суспензия сока 1 сатурации | 1.19 |
| Сок 2 сатурации (нефilterованный) | 1.06 |
| Сок 2 сатурации (filterованный) | 1.054 |
| Сульфитированный сок | 1.054 |
| Известковое молоко | 1.19 |
| Промой вакуум-филтров | 1.02 |
| Сироп (нефilterованный) при СВ=65% | 1.32 |
| Сироп с клеровкой | 1.316 |
| Клеровка (нефilterованная) | 1.32 |
| Утфель при спуске аппарата – | |
| -1 кристаллизации | 1.497 |
| - 2 кристаллизации | 1.501 |
| - 3 кристаллизации | 1.505 |
| Утфель при температуре кристаллизации | 1.45 |
| Аффинационный утфель | 1.45 |
| Сгущенная суспензия после отстойников | 1.10 |
| Оттеки - первый утфеля 1 кристаллизации | 1.426 |
| - второй утфеля 1 кристаллизации | 1.390 |
| - первый утфеля 2 кристаллизации | 1.425 |
| - второй утфеля 2 кристаллизации | 1.405 |
| - аффинационный | 1.343 |
| Меласса | 1.445 |

3.2 Насыпные плотности продуктов

Таблица 9- Насыпная плотность продуктов

| Наименование продукта | Насыпная плотность, т/м ³ |
|--|---|
| Свекла в ковше свекломойки | 0.55 |
| Свекла в бункере | 0.50 |
| Свекла в элеваторе | 0.60 |
| Стружка на грабельном или ленточном конвейере | 0.45 |
| Хвостики и обломки свеклы в элеваторе | 0.50 |
| Свежий жом на грабельном конвейере | 0.60 |
| Отжатый жом в элеваторе | 0.50 |
| Сушеный жом насыпью | 0.25 |
| Влажный сахар на виброконвейере | 0.80 |
| Влажный сахар в элеваторе | 0.80 |
| Сушеный сахар на ленточном конвейере | 0.75 |
| Сушеный сахар в бункере | 0.80 |
| Желтый и аффинированный сахар | 0.80 |
| Известняк | 1.25-1.6 |
| Фильтрационный осадок сока 1 сатурации, влажностью 50% | 1.25 |
| Фильтрационный осадок сока 2 сатурации, влажностью 50% | 1.20 |

3.3 Углы естественного откоса материалов и продуктов

Таблица 10- Углы естественного откоса материалов и продуктов

| Материал, продукты | Угол естественного откоса, градусов |
|---|-------------------------------------|
| Свекла (корни в сухом состоянии свежена-сыпанные) | 38-42 |
| Стружка свекловичная | 60-65 |
| Жом прессованный | 45 |
| Жом сушеный | 45-60 |
| Сахар-песок белый свеженаасыпанный | 40-45 |
| Сахар-песок в силосе | 33 |
| Известняк в средних кусках | 30-45 |
| Известняк в крупных кусках | 38 |
| Осадок фильтрационный (из отвалов) | 50-60 |
| Кокс | 35-50 |
| Уголь каменный | 30-45 |
| Зола | 27-35 |
| Земля | 27-40 |
| Грунт сухой | 40-50 |

3.4 Теплоемкость продуктов свеклосахарного производства

Таблица 11- Теплоемкость продуктов свеклосахарного производства

| Наименование продукта | Теплоемкость, кДж/(кг*град) |
|--|--------------------------------|
| Жомопрессовая вода | 4.19 |
| Сульфитированная вода | 4.19 |
| Свекловичная стружка | 3.77 |
| Сокостружечная смесь в диффузионных аппаратах колонного и наклонного типов | 3.77 |
| Жом из диффузионных аппаратов колонного и наклонного типов | 4.19 |
| Циркуляционный сок диффузионных аппаратов колонного типа | 3.77 |
| Сок 1 сатурации | 3.77 |
| Сок сульфитированный, фильтрованный, перед выпариванием | 3.77 |
| Сироп перед сульфитацией | 2.51 |
| Сироп с клеровкой в сборниках у вакуум-аппаратов | 2.51 |
| Оттеки в сборниках перед вакуум-аппаратами | 2.1 |
| Утфель в вакуум-аппаратах | 1.87 |
| Клеровка | 2.51 |

3.5 Количество устанавливаемого резервного оборудования

Таблица 12- Количество устанавливаемого резервного оборудования

| Наименование оборудования | Количество резервного оборудования |
|---|------------------------------------|
| Свеклонасос | 1 |
| Свеклорезка | 1 на каждую диффузию |
| Подогреватель циркулирующего сока | 1 |
| Подогреватель диффузионного сока | 1 |
| Подогреватель преддефекованного сока | 1 |
| Подогреватель сока перед 1 фильтрованием | 1 |
| Подогреватель сока перед 2 сатурированием | 1 |
| Дисковый фильтр | 1 на группу из 5 |
| ФИЛСы | по паспортным данным |
| Вакуум-фильтр | 1 |
| Центрифуга | 1 на группу из 5 |
| Гидроциклон известкового молока | 1 на группу |
| Насосы | 1 на группу |
| Компрессоры и вакуум-насосы | 1 на группу |
| Вибросито | 1 |
| Пресс, вертикальный для жома | 1 на группу из 5 |

Список литературы

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства.-М.; Агро-промиздат, 1986.-431с.
2. Силин П.М., Силина Н.П. Химический контроль свеклосахарного производства.- М.; Пищевая пром-сть. 1977.-254с.
3. Славянский А.А. Проектирование предприятий отрасли: учебник.- М.:ФОРУМ, 2009.-320 с.
- 4.Азрилевич М.Я. Оборудование сахарных заводов.-3-е изд.-М.; Легкая и пищевая пром-сть, 1982.-392с.
5. Востоков А.И. и др. Расчет технической мощности оборудования и сооружений свеклосахарных заводов.- 2-е изд.-М.; Пищевая пром-сть, 1965.=514с.

