

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

П. В. Медведев,
В. А. Федотов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.65.05 (075.8)
ББК 36.83-5я73
М 42

Рецензент – доктор технических наук, профессор В. Ю. Полищук

Медведев, П. В.

М 42 Технологическое оборудование: методические указания / П.В. Медведев,
В.А. Федотов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 50 с.

Методические указания содержат лабораторные работы по дисциплине «Технологическое оборудование», в которых кратко изложены методики технологических расчетов, проведения лабораторных работ, обработки экспериментальных данных и составления отчета испытаний механического оборудования предприятий общественного питания, хлебопекарных предприятий.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

УДК 664.65.05 (075.8)
ББК 36.82-5я73

© Медведев П.В.,
Федотов В.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа № 1. Универсальные приводы.....	5
1.1 Общие сведения	5
1.2 Методика проведения работы	7
2 Лабораторная работа № 2. Испытания тестомесильных машин	7
2.1 Технологические расчеты.....	7
2.2 Описание стенда	32
2.3 Методика проведения работы	32
2.4 Обработка экспериментальных данных и составление отчета	33
3 Лабораторная работа № 3. Испытания машин для измельчения мяса	34
3.1 Расчет производительности мясорубок	34
3.2 Описание стенда	40
3.3 Методика проведения работы	40
4 Лабораторная работа № 4. Испытания взбивальных машин	42
4.1 Технологические расчеты.....	42
4.2 Описание стенда	46
4.3 Методика проведения работы	46
Список использованных источников	49

Введение

Удовлетворение потребностей в безопасных и высококачественных продуктах питания – важная социально-экономическая проблема сегодняшнего дня. Состояние питания населения – один из важнейших факторов, определяющих здоровье и сохранение генофонда нации. Правильное питание способствует профилактике заболеваний, продлению жизни, созданию условий для повышения способности организма противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды, обеспечивает полноценный нормальный рост и развитие детей.

Перерабатывающая промышленность России, которая должна обеспечивать устойчивое снабжение населения широким ассортиментом качественных продуктов питания, в последние годы находится в сложном положении. Рыночная экономика подразумевает значительную конкуренцию, что особенно актуально в перспективе вступления нашей страны в ВТО. Однако, технический уровень многих пищевых производств, не удовлетворяет современным требованиям. Производительность труда на российских предприятиях, перерабатывающих сельскохозяйственное сырье, ниже, чем на аналогичных предприятиях развитых стран; значительная часть трудоёмких операций выполняются вручную, высока степень износа основных фондов.

Для выхода из создавшегося положения требуется коренная реконструкция многих предприятий пищевых отраслей, оснащение их современной техникой, создание принципиально новых, энергетически выгодных технологий, обеспечивающих комплексную безотходную переработку сырья и производство экологически безопасных продуктов питания с учетом потребностей различных возрастных групп и состояния здоровья населения. Знания, приобретенные студентами при выполнении расчетно-проектных работ, позволят не только более детально изучить устройство, принцип действия оборудования, методику его расчета, но и наметить основные пути его совершенствования и модернизации.

1 Лабораторная работа № 1. Универсальные приводы

1.1 Общие сведения

Цель работы: изучить устройство и принцип действия приводов универсальных, ответить на дополнительные вопросы, сделать вывод по проделанной работе.

Универсальный привод представляет собой объединенные общей станиной электродвигатель и редуктор; последний изменяет скорость вращения вала электродвигателя до величины, необходимой для работы исполнительных механизмов различного назначения.

Исполнительные механизмы, приводимые в действие универсальными приводами, называются сменными. Для быстрого присоединения сменных исполнительных механизмов универсальный привод имеет специальные приспособления.

Различают универсальные приводы общего и специализированного назначения. Универсальные привода специализированного назначения комплектуются сменными исполнительными механизмами для обработки продуктов в како-либо одном цехе (например, для горячего цеха - ПГ-06, для мясного - ПМ-1,1 и др.).

Универсальный привод общего назначения (рисунок 1) комплектуются сменными исполнительными механизмами для обработки продуктов в различных цехах. К ним относятся приводы ПУ-0,6 и малогабаритные приводы УММ-ПР и УММ-ПС, они используются на небольших ПОП без цехового деления.

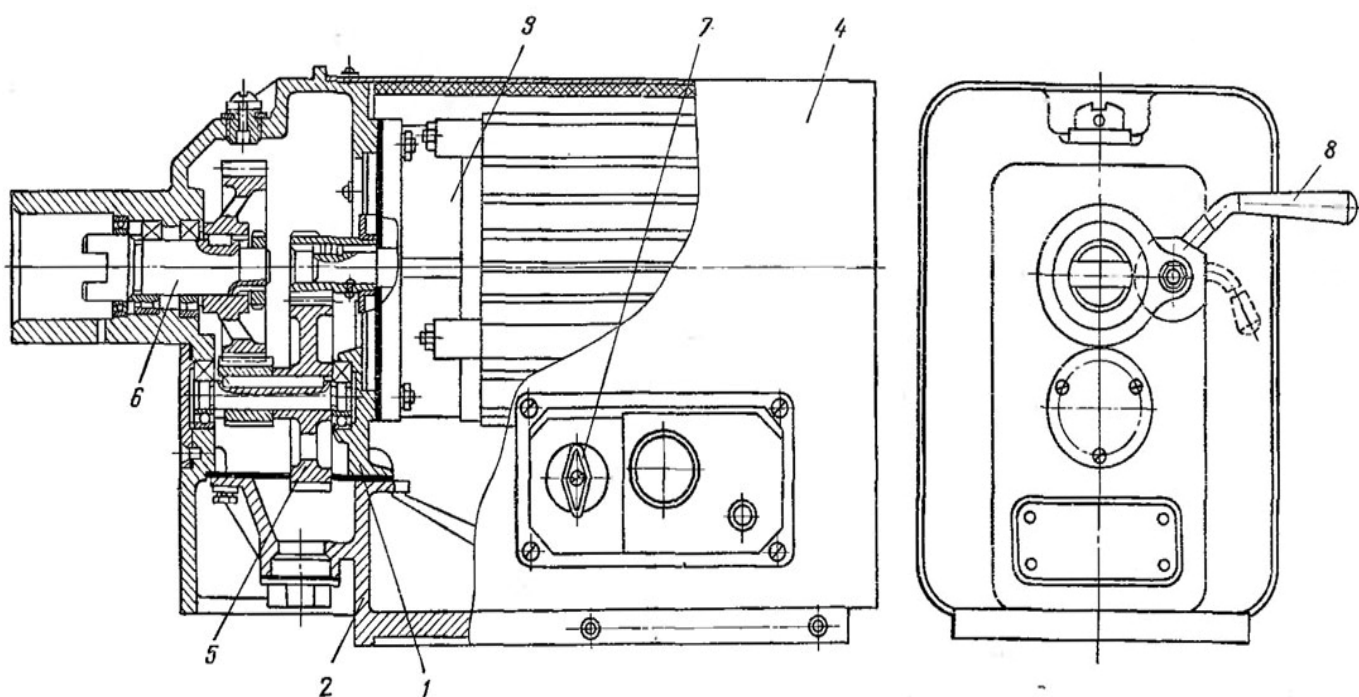
В универсальном приводе ПУ-0,6 сменные механизмы обозначаются буквами МС, за которыми следует номер сменного механизма и через дефис число, показывающее его производительность, например мясорубка МС2-150.

Привод состоит из собственно привода П1-0,6 и сменных исполнительных механизмов. Привод устанавливается на трубчатую подставку и крепиться к ней

четырьмя болтами. Привод состоит из соосного двухступенчатого зубчатого редуктора с прифланцованным к нему электродвигателем, имеющим мощность 0,6 кВт и крепиться к корпусу редуктора с помощью шпилек и гаек. Вал электродвигателя является одновременно ведущим валом редуктора. На конце вала электродвигателя с помощью шпонки укреплено зубчатое колесо.

Привод комплектуется следующими сменными механизмами:

- мясорубка МС2-70;
- многоцелевой механизм МС4-7-8-20, предназначенный для взбивания, протираия и перемешивания продуктов;
- мясорыхлительный механизм МС19-1400;
- механизм для нарезки вареных овощей МС18-160;
- механизм для нарезки сырых овощей брусочками и чесночком МС28-100.



1 – редуктор; 2 – картер; 3 – электродвигатель; 4 – кожух; 5 – зубчатое колесо; 6 – приводной вал; 7 – переключатель скоростей, 8 – ручка.

Рисунок 1 - Универсальный привод П-1,1

1.2 Методика проведения работы

1.2.1 Зарисовать ПУ-0,6 и один из его сменных механизмов.

1.2.2 Ответить на дополнительные вопросы. Какие механизмы называются универсальными приводами? Перечислите сменные механизмы, которые применяются для привода ПУ-0,6. Перечислите и расшифруйте маркировку приводов, применяемых на предприятиях общественного питания.

1.2.3 Сделать вывод по проделанной работе.

2 Лабораторная работа № 2. Испытания тестомесильных машин

2.1 Технологические расчеты

Цель работы: изучить принцип действия и конструкцию тестомесильных машин, определить их производительность, мощность и охарактеризовать физические свойства продуктов до и после замеса.

Основные сведения. Тестообразные продукты получают в результате механического перемешивания твердых веществ (муки, соли, сахара и т.д.) с жидкими (вода, молоко), сопровождаемого биохимическими и коллоидными процессами. При механическом перемешивании твердые и жидкие вещества равномерно распределяются по всему объему рабочей камеры, происходит смачивание твердых частиц жидкостью, в результате чего образуется вязкая пластичная масса.

Количество оборудования и размеры помещения зависят от способа, режима приготовления теста и рецептур.

При приготовлении пшеничного теста опарным способом требуется больше оборудования и площадей помещения, чем при безопарном способе. К месту замеса

опары должны быть подведены мука, вода, жидкие дрожжи, а к месту замеса теста - мука, вода, солевой и сахарный растворы, жир и другие компоненты.

При приготовлении ржаного теста заквасочным способом требуется оборудование для возврата закваски. Режимы приготовления теста и рецептуры приведены в технологических инструкциях.

Приведем некоторые способы приготовления теста и рецептуры с тем, чтобы на их примере показать методику расчета хлебопекарного завода. Для удобства расчетов все рецептуры даются на 100 кг муки.

Приготовление ржаного теста. Ржаное тесто готовится на густых или жидких заквасках. Приведем способ приготовления теста на густых заквасках: сначала готовится закваска из муки, закваски прежнего приготовления и воды, которая бродит 3 ч; затем замешивается тесто из муки, воды, закваски, солевого раствора (иногда добавляется и хлебная мочка), тесто бродит в течение 2 ч. Этот цикл называется производственным.

При ухудшении качества закваски производится ее обновление: готовится дрожжевая закваска с добавлением специальных культур молочнокислых бактерий и дрожжей, далее готовится промежуточная, а затем производственная закваска. Этот цикл называется разводочным [1].

Производственный цикл состоит из двух стадий: приготовления производственной закваски и приготовления теста. Приготовленную порцию производственной закваски делят на три части. Одна часть идет на воспроизводство закваски, а две другие - на приготовление теста.

Приготовление пшеничного теста. Пшеничное тесто готовится на густых опарах, на жидких опарах и на больших густых опарах. Так, например, на густых опарах процесс ведется в две стадии: на первой - готовят опару, в которую вносят все дрожжи, предусмотренные рецептурой, 50 % муки и 60 % воды; брожение опары длится до 4 ч; на второй стадии готовят тесто, которое замешивают из опары, муки, воды, солевого раствора и другого сырья по рецептуре. Брожение теста длится 1,5 ч.

Оценка способов приготовления теста. Физические свойства теста, его готовность в значительной мере определяют качество готовой продукции, поэтому в

процессе приготовления теста стремятся создать наилучшие условия для накопления продуктов брожения (кислот, спирта, ароматических веществ), что в итоге определяет качество хлеба (питательность, усвояемость, вкус, аромат).

По мнению многих производителей, хлеб, приготовленный на больших густых опарах с продолжительным брожением опары, выгодно отличается от хлеба, полученного обычным опарным способом, а также на жидких опарах и заквасках. В большой опаре 70 % муки подвергается продолжительному брожению, а добавляемая в хорошо выброженную опару мука (30 %), «размолаживая» опару, создает крепкое тесто, устойчивое при разделке, округлении, закатке, прохождении по транспортерам, расстойке [2].

При обычном опарном способе сахар вносится при замесе теста за 2 ч до разделки теста. При большой опаре он поступает за 25 минут до разделки. Это сокращает потери сахара при брожении.

Способ приготовления теста на жидких заквасках требует применения кипятка или острого пара, холода для охлаждения заварки, дополнительной дозировки воды, муки, солевого раствора, добавок, улучшителей [3].

При замесе должна быть обеспечена заданная кислотность теста, его влажность, температура. Обеспечить в потоке стабильные показатели теста значительно легче, если влажность опары будет близка или равна влажности теста. В этом случае некоторая неточность в дозировке опары не будет заметно влиять на общую влажность, кислотность и температуру теста, а количественное содержание в тесте главного компонента - муки - будет постоянным и соответствовать заданной рецептуре. При этом легче обеспечивается стабильное качество и стандартность хлеба. Следует отметить, что способ приготовления теста на большой опаре требует увеличения емкостей для длительного брожения опары [4].

Технологический расчет тестоприготовительных агрегатов сводится к проверке вместимости бродильного аппарата и расчету объема емкости для кратковременного брожения теста.

Расчетный объем бункера для брожения опары в агрегатах И8-ХТА-6 определяют по формуле $V, \text{ м}^3$

$$V = \frac{P_q \cdot t_{\text{бр}} \cdot \rho \cdot n}{B_{\text{хл.}} \cdot q_o (n-1) \cdot 600}, \quad (1)$$

где P_q – часовая производительность печи, кг/ч;

$t_{\text{бр}}$ – длительность брожения опары, мин;

ρ – расход муки на замес опары, %;

$B_{\text{хл.}}$ – выход изделия, %;

q_o – масса муки, загружаемая на 100 л геометрического объема емкости для опары, кг.

Объем емкости заварочной машины V_m , м³, определяется по формуле

$$V_m = \frac{Z_q \cdot t_1 \cdot (1 + x_1)}{\rho \cdot 60}, \quad (2)$$

где Z_q – часовой расход закваски, кг;

t_1 – продолжительность занятости машины (около 6 мин), мин;

ρ – плотность заварки, кг/м³ ($\rho = 1050$ кг/м³);

$(1 + x_1)$ – коэффициент, учитывающий увеличение объема полуфабриката в процессе замеса, ($x_1 = 0,25$).

Количество заварочных машин N , шт, рассчитывается по формуле

$$N = \frac{V_m}{V}, \quad (3)$$

где V_m – объем емкости заварочной машины, м³;

V – рабочий объем заварочной машины ХЗМ-300 ($V = 0,2$ м³).

Количество замесов в час n рассчитывается по формуле

$$n = \frac{60 \cdot N}{t_3}, \quad (4)$$

где N – количество заварочных машин, шт.;

t_3 - продолжительность занятости заварочной машины, мин.

Объем емкости чанов для брожения V_3 , м³, рассчитывается по формуле

$$V_3 = \frac{z_q \cdot t_2 \cdot (1 + x_2)}{\rho \cdot 60}, \quad (5)$$

где t_2 - продолжительность брожения закваски, мин ($t_2=240$ мин);

$(1+x_2)$ - коэффициент, учитывающий увеличение объема полуфабриката в процессе брожения, $x_2 = 0,1$.

Для приготовления жидкой закваски выбираем чаны для брожения РЗ-ХЧД. Количество чанов для закваски N_3 , шт, рассчитывается по формуле

$$N_3 = \frac{V_3}{V_2}, \quad (6)$$

где V_3 - объем емкости чанов для брожения, м³;

V_2 - рабочий объем чана РЗ-ХЧД, м³ (около 0,55 м³).

В случае, если опара и тесто готовятся в дежах, производим расчет дежей и тестомесильных машин. Вначале определяют часовой расход муки, потом, задавшись вместимостью дежи, рассчитывают число дежей и месильных машин.

Часовой расход муки для приготовления хлеба $M_{\text{ч}}$, кг/ч

$$M_{\text{ч}} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100}{B_{\text{х}}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{ч}}$ – производительность печи по горячему хлебу, кг/ч;

100 – расход муки, кг;

$B_{\text{х}}$ – выход хлеба, кг.

Количество муки, загружаемой в дежу для замеса $M_{\text{д}}$, кг

$$M_{\text{д}} = \frac{V \cdot q}{100}, \quad (8)$$

где V – вместимость дежи, м³;

q – норма загрузки муки на 100 л объема дежи, кг (таблица 1)

Отсюда часовая потребность в дежах $D_{\text{ч}}$

$$D_{\text{ч}} = \frac{M_{\text{ч}}}{M_{\text{д}}} = \frac{M_{\text{ч}} \cdot 100}{V \cdot q} \quad (9)$$

Таблица 1 – Нормы загрузки муки на 100 л геометрического объема дежи при приготовлении полуфабриката или теста, кг

Мука	Густая закваска	Опара	Тесто
Ржаная			
обойная	45	36	41
обдирная	40	-	39
сеяная	39	-	38
Пшеничная			
обойная	-	34	39
II сорта	-	30	38
I сорта	-	25	35
высшего сорта	-	23	30

Ритм сменяемости дежей r , мин, составляет

$$r = \frac{60}{D_u} \quad (10)$$

Число дежей на технологический цикл для каждого сорта D_u

$$D_u = \frac{T}{r} \quad (11)$$

где T - занятость дежей, мин.

При приготовлении ржаного теста количество дежей определяется отдельно для закваски и для теста. Для пшеничного теста опара и тесто готовятся в одной деже. Занятость дежи для отдельного сорта T , мин

$$T = t_3 + t_6 + t_n + t_{np} \quad (12)$$

где t_3 - продолжительность замеса, мин;

t_6 - продолжительность брожения, мин;

t_n - длительность обминок, мин

t_{np} - прочие операции (загрузка дежи, опрокидывание, пробег), мин.

Продолжительность замеса, брожения и ритмы приведены в таблице 2.

Общее число дежей $\sum D$

$$\sum D = \frac{T_1}{r_1} + \frac{T_2}{r_2} + \frac{T_3}{r_3} + \dots, \quad (13)$$

где T_1, T_2, T_3 - время занятости дежей для отдельных сортов, вырабатываемых одновременно, мин.

r_3 – ритм, мин.

Таблица 2 - Характеристики приготовления полуфабрикатов

Стадии процесса	Продолжительность, ч		Максимально допустимый ритм, мин
	замеса	брожения	
Ржаная закваска	от 5,5 до 6,0	от 240 до 270	60
Ржаное тесто	от 6,5 до 7,0	от 90 до 120	30
Пшеничная опара из муки 2 сорта	от 5 до 6	от 210 до 240	60
Пшеничное тесто из муки 2 сорта	от 7 до 8	от 70 до 90	35
Пшеничная опара из муки 1 и высшего сортов	от 5 до 6	от 180 до 240	60
Пшеничное тесто из муки 1 и высшего сортов	от 7 до 8	от 75 до 90	30
Пшеничное тесто из муки 2 сорта, приготовленное безопасным способом	от 7,5 до 8,5	от 150 до 180	30
Большая густая опара	от 6 до 7	от 270 до 300	60
Пшеничное тесто на большой опаре	от 15 до 20	от 25 до 40	30
Ржаная густая закваска	от 6 до 7	от 240 до 270	60
Ржаное тесто на густой закваске	от 7 до 8	от 30 до 40	30

Количество дежей, занятых под закваской

$$D_3 = \frac{T_{\text{зак}}}{r_{\text{зак}}}, \quad (14)$$

где $T_{\text{зак}}$ – время занятости дежи под закваской (под замесом, брожением, опрокидыванием, пробегом), мин;

$r_{\text{зак}}$ – ритм, мин.

При интенсивном замесе продолжительность брожения сокращается от 2 до 2,5 раза. При использовании машин интенсивного замеса длительность замеса не превышает 3 минут. При периодическом приготовлении теста в дежах добавляется обминка продолжительностью от 2 до 3 минут [5].

При делении закваски из дежи на части, расходуемые на замес теста, ритм замеса закваски должен увязываться с ритмом замеса теста $r_{\text{зак}}$, мин

$$r_{\text{зак}} = l \cdot r \quad (15)$$

где l – количество частей (дежей с тестом), на которое расходуется одна дежа закваски;

r – ритм тестовых дежей, мин.

Суточная производительность дежей Q_g , кг, определяется по формуле

$$Q_g = \frac{24 \cdot 60 \cdot M_g \cdot B_x}{100 \cdot T} = \frac{24 \cdot 60 \cdot V \cdot q \cdot B_x}{100 \cdot 100 \cdot T} \cdot X, \quad (16)$$

где X – коэффициент увеличения времени на мойку, разводочный цикл (от 1,05 до 1,1).

Общее число дежей на хлебозаводе

$$Q_{\text{общ}} = \sum \frac{P_c}{Q_g} \cdot X, \quad (17)$$

где P_c – производительность по каждому сорту хлеба, кг/сут.

Число месильных машин зависит от времени их занятости на один замес и ритма замесов. Продолжительность занятости машины t_m складывается из

длительности замеса опары t_0 , теста t_T , закваски t_3 , времени на обминки t_{II} и на зачистку t_{np} .

Для пшеничного теста

$$t_M = t_0 + t_T + t_n + t_{np}, \quad (18)$$

Для ржаного теста

$$t_M = \frac{t_3}{l-1} + t_T + t_{np}, \quad (19)$$

где l – число порций, на которые делят дежу закваски (одну порцию оставляют для возобновления закваски).

Количество месильных машин для отдельного сорта

$$N = \frac{t_M}{r} \quad (20)$$

Общее число месильных машин

$$N_{общ} = \sum \frac{t_M}{r}, \quad (21)$$

где t_M – время занятости машины на отдельных сортах, мин;

r – ритм дежей для этих сортов, мин.

К полученному количеству машин добавляют резервные на случай ремонта.

Производительность тестомесильной машины Q_M , кг/сут

$$Q_M = \frac{24 \cdot 60 \cdot V \cdot q \cdot B_x}{100 \cdot 100 \cdot t_M} \quad (22)$$

Ориентировочное количество месильных машин для хлебозавода

$$N_{общ} = \sum \frac{t_M}{r}. \quad (23)$$

Тесто также может готовиться в тестоприготовительных агрегатах. Так, агрегаты ХТР предназначены для непрерывного приготовления пшеничного и ржаного теста как безопарным, так и опарным способами на хлебопекарных предприятиях, оборудованных печами средней мощности. Существует много модификаций агрегата ХТР, однако все они построены по одному и тому же принципу – приготовление теста осуществляется непрерывно и брожение теста происходит не в состоянии покоя, а при движении теста [6].

Разновидности этих агрегатов встречаются технологического и установочного характера, а также в зависимости от местных условий их эксплуатации, сорта и хлебопекарных качеств муки и компонентов, в зависимости от способа приготовления теста (однофазный или двухфазный).

Агрегат ХТР для двухфазного приготовления теста состоит из следующих машин и аппаратов: тестомесительных машин непрерывного действия модели Х-12Д с двумя автоматическими дозировочными станциями ВНИИХП для опары и для теста; бродильного аппарата непрерывного действия модели Х-23; дрожжемешалки и мешалки для сахарного раствора модели Х-14; аппарата для приготовления жира модели Х-15Д; дозатора для опары с приводом модели Х13-03А-05А и электрошкафа Х-11.

По специальному заказу агрегат изготавливают для безопарного тестоприготовления. При этом не поставляются одна тестомесительная машина модели Х-12Д с автоматической дозировочной станцией и дозатор для опары. Перегородка между двумя секциями бродильного аппарата снимается.

Если тесто готовится опарным способом, одну месильную машину Х-12Д устанавливают над первой секцией, а вторую – над второй секцией бродильного аппарата. Между первой и второй секциями бродильного аппарата установлена

перегородка, а в корпусе первой секции под выпускным отверстием – дозатор для опары. В тестомесительной машине, установленной над первой секцией бродильного аппарата, замешивается опара, которая поступает в первую секцию аппарата, где происходит её брожение. При брожении опара медленно перемещается вдоль первой секции аппарата до дозатора для опары, которым она перекачивается во вторую тестомесительную машину, установленную над второй секцией аппарата; в тестомесительной машине готовится тесто с добавлением к опаре необходимых компонентов.

Тесто из тестомесительной машины поступает во вторую секцию бродильного аппарата, где бродит. При брожении тесто медленно перемещается вдоль второй секции бродильного аппарата до шибера с электроприводом для выпуска теста на тесторазделочную линию.

Дрожжемешалка и мешалка для сахарного раствора предназначены для приготовления дрожжевой суспензии либо сахарного раствора перед подачей их в автоматическую дозировочную станцию ВНИИХП. Жир растапливается в специальном аппарате перед подачей его в – автоматическую дозировочную станцию. Электрошкаф предназначен для управления всем электрооборудованием.

Шнековый вал аппарата имеет три опоры, из которых две расположены снаружи, около торцовых стенок корыта; одна подвесная опора размещена в конце первой секции корыта. На валу насажено два шнека из которых один расположен в начале первой секции корыта, второй – в начале второй секции. На валу имеется также лопасть в конце первой секции над выпускным отверстием, где установлен дозатор опары. Шнековый вал периодически вращается от храпового механизма.

Механизмы привода расположены на переднем загрузочном конце аппарата на специальной плите и имеют кожух с откидной крышкой. Все части бродильного аппарата, соприкасающиеся с опарой и тестом, изготовлены из нержавеющей стали. Дозатор опары подает ее шнеком во вторую тестомесительную машину Х-12Д. Корпус шнека прикреплен болтами к патрубку под выходным отверстием первой секции бродильного аппарата. Шнек приводится в движение от электродвигателя через цепной вариатор. Опара нагнетается шнеком во вторую

тестомесительную машину через вертикальную трубку, верхнее колено которой установлено в корпусе питателя муки тестомесительной машины. Количество опары, подаваемое в тестомесительную машину, регулируется вариатором.

Производительность дозатора для опары до 10 т/сут, частота вращения шнекового вала от 56 до 252 об/мин, мощность электродвигателя 1,5 кВт, частота вращения 1400 об/мин. Вариатор ВЦ-11-131-01 вращается со скоростью 920 об/мин, диапазон регулирования 4,5.

Процесс брожения опары (теста) от момента поступления его в первую секцию бродильного аппарата до выхода готовой опары из первой секции можно регулировать от 3 до 4,5 ч.

Характеристика бродильных аппаратов приведена в таблице 3. Количество муки и жидких ингредиентов теста, подаваемых дозаторами в 1 мин, устанавливается лабораторией в зависимости от рецептуры и производительности агрегата.

Чистка корыта бродильного аппарата, т.е. чистка смачиваемого тестом периметра, частично производится движением самого теста. Борты корыта зачищают один раз в смену ручным скребком и смазывают растительным маслом.

Полностью бродильное корыто очищают при переходе на другой сорт теста или, согласно графику, через каждые от 15 до 20 суток работы. Производительность агрегата ХТР от 15 до 60 т хлеба в сутки, общая мощность электродвигателя 10,6 кВт, масса 2774 кг.

Во второй секции бродильного корыта дополнительно установлено одно звено ленточного шнека с шагом 500 мм на расстоянии 1150 мм от первого звена. Выходное отверстие бродильного аппарата увеличено до 400 x 180 мм. Для печей большой производительности и для двух печей ФТЛ-2 при одновременной работе на одном сорте изделия устанавливают спаренные агрегаты.

Основные недостатки агрегата ХТР: невозможно регулировать температуру теста в процессе брожения и изменения режима замеса; нельзя контролировать длительность брожения теста во время работы агрегата; затруднен переход с одного сорта на другой.

Таблица 3 – Техническая характеристика бродительных аппаратов агрегатов ХТР

Показатели	Бродильные аппараты		
	безопарный	опарный марки Х-13	опарный марки Х-17
Емкость, м ³			
первой секции	0,236	-	-
второй	1,520	-	-
третьей	2,700	-	-
Емкость опарной части аппарата, м ³			
без откидных бортов	-	2,350	-
при наличии откидных бортов	-	1,350	-
общая	-	3,700	-
Емкость тестовой части аппарата, м ³			
без откидных бортов	-	2,710	-
с откидными бортами	-	1,032	-
общая	-	3,742	-
Общая емкость всего аппарата, м ³			
без откидных бортов	4,456	5,060	1,1
с откидными бортами	-	7,442	2,4
Габаритные размеры, мм			
длина	8486	7392	2492
ширина	1614	1610	1410
высота	1850	1861	1804
Длительность брожения, ч	3 или 4,5	3 или 4,5	3 или 4,5
Ход храпового колеса за один оборот вала кривошипа (зубья)	4	4	2
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	2,2	1,7
Масса, кг	1700	1310	155

В малогабаритном агрегате ХТР можно готовить тесто как на жидкой опаре, так и густой классической опаре. В первом случае устанавливают только одну бродильную камеру с каскадными перегородками для постепенного накопления кислотности опары; во втором случае устанавливают две одинаковые бродильные камеры одну за другой, рядом или одну над другой; первая из этих камер предназначена для приготовления классической опары, а вторая для нормального выбраживания теста до разделки.

Обе камеры имеют длину по 2 м, и агрегат в целом рассчитан на максимальную производительность до 12 т готовой пшеничной продукции в сутки. Минимальная производительность – 4 т готовой продукции.

Для непрерывного приготовления теста в однобункерных тестоприготовительных агрегатах технологический расчет сводится к определению потребной емкости и размера бункеров для брожения опары или закваски и определению объема емкости для кратковременного брожения теста.

Важно, чтобы в секции бункера загружалась такая масса опары, или закваски которая по максимальному объему, достигаемому при брожении, соответствовала бы емкости секции. [7]

При производстве на одной линии нескольких сортов хлебобулочных изделий расчет агрегата следует производить по такому сорту хлеба, который дает наибольшую выработку и требует максимальной емкости бункера для брожения полуфабриката.

Вместимость одной секции бункера V_c , л, определяется

$$V_c = \frac{M_c \cdot 100}{q}, \quad (24)$$

где M_c – количество замешанной муки для заполнения одной секции опарой (включая и муку, находящуюся в жидких дрожжах), кг/ч;

q – норма загрузки муки для опары на 100 л объема емкости брожения, кг.

$$M_C = \frac{M_{ro} \cdot r}{60}, \quad (25)$$

где M_{ro} – часовой расход муки на приготовления опары, кг/ч

r – ритм загрузки-разгрузки секции, мин

$$M_{ro} = \frac{M_r \cdot p}{100}, \quad (26)$$

где p – количество муки на приготовление опары из расчета 100 кг муки для теста, кг;

M_r – часовой расход муки на приготовление теста, кг/ч.

Часовой расход муки для теста

$$M_r = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100}{B_x}, \quad (27)$$

где $P_{\text{ч}}$ – производительность печи по данному сорту изделий, кг/ч;

B_x – выход изделия, %

Ритм загрузки – разгрузки секции, мин

$$r = \frac{T_{\text{бр}}}{n-1}, \quad (28)$$

где $T_{\text{бр}}$ – занятость секции под брожением, мин;

n – число секции бункера.

Отсюда

$$M_c = \frac{M_{\text{ч}} \cdot p \cdot r}{100 \cdot 60} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100 \cdot p \cdot r}{B_x \cdot 100 \cdot 60} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100 \cdot p \cdot T_{\text{бр}}}{B_x \cdot 100 \cdot 60(n-1)}, \quad (29)$$

$$V_c = \frac{P_{\text{ч}} \cdot 100 \cdot p \cdot T_{\text{бр}} \cdot 100}{B_{\text{х}} \cdot 100 \cdot 60(n-1) \cdot q_0} = \frac{P_{\text{ч}} \cdot p \cdot T_{\text{бр}} \cdot 100}{B_{\text{х}} \cdot 60(n-1) \cdot q_0}. \quad (30)$$

Общая вместимость бункера, м³

$$V_{\text{общ}} = V_c \cdot n = \frac{P_{\text{ч}} \cdot p \cdot T_{\text{бр}} \cdot n}{B_{\text{х}} \cdot 60(n-1) \cdot q_0} \quad (31)$$

Необходимый объем бункера, м³, для брожения закваски (при выработке ржаного теста) рассчитывают аналогично, только при расчете учитывают количество муки для закваски P_1 и муки в закваске, расходуемой на приготовление новой порции закваски P_2 .

Расход муки на замес закваски, кг

$$M_{\text{ч.з.}} = \frac{M_{\text{ч}} \cdot (p_1 + p_2)}{100}, \quad (32)$$

Если расчетный объем бункера V_p окажется несколько больше стандартного V_c , предусматривают увеличение высоты цилиндрической части бункера на величину h , м

$$h = \frac{4 \cdot (V_p - V)}{\pi d^2}, \quad (33)$$

где V_p – расчетный объем бункера, м³;

V – объем стандартного бункера, м³;

d – диаметр цилиндрической части бункера, м

Для агрегатов И8-ХТА-6, МТИПП-РМК-7, И8-ХТА-12 стандартный объем бункеров соответственно составляет 6,0 и 12 м³.

Если тесто готовится на жидких полуфабрикатах (опарах, заквасках), в этом случае используют агрегаты РЗ-ХТН или ВНИИХП со стандартным объемом бродильного аппарата 5,2 м³.

Его расчетный объем, м³, равен

$$V_p = \frac{G_q^o \cdot t_{бр} \cdot (1 + X)}{\rho}, \quad (34)$$

где G_q – часовой расход жидкого полуфабриката, кг/ч;

$t_{бр}$ – длительность брожения полуфабриката, ч;

ρ – плотность выброженного полуфабриката ($\rho = 800$ кг/м³)

$(1+X)$ – коэффициент, учитывающий увеличение объема полуфабриката в процесс брожения ($X = 0,50$).

Необходимый объем емкости воронки над делителем для кратковременного брожения теста, м³, рассчитывается исходя из от 25 до 40 минутной продолжительности брожения.

Емкость над тестоделителем, м³

$$V_T = \frac{100 \cdot P_q \cdot 100 \cdot T}{B_x \cdot 60 \cdot q_m \cdot 100} = \frac{P_q \cdot T}{B_x \cdot 6 \cdot q_m}, \quad (35)$$

где q – норма загрузки муки для теста на 100 л объема емкости брожения, кг.

В случае использования тестоприготовительного агрегата ХТР часовой расход муки, кг, перерабатываемой агрегатом

$$M_q = \frac{П \cdot 100}{В \cdot 24}, \quad (36)$$

где $П$ – суточная производительность печи по хлебу, кг;

$В$ – выход готовой продукции, %.

Объем опарного корыта, л

$$V_0 = \frac{M_q T_0 \cdot 100}{q}, \quad (37)$$

где T_0 – продолжительность брожения опары, ч;

q – норма загрузки муки в опару, кг на 100 л объема корыта.

Объем тестового корыта

$$V_r = \frac{M_q T_r \cdot 100}{q}, \quad (38)$$

где T_r – длительность брожения теста, ч;

q - норма загрузки муки в тесто, кг на 100 л объема корыта.

Так как объемная масса теста в процессе брожения изменяется от 1,1 до 0,7, а опары от 1 до 0,5, емкость бродильного корыта агрегата непрерывного действия должна быть значительно меньше суммарной емкости сосудов для брожения периодического действия.

Емкость по опаре и тесту определяется из средней объемной массы в начале и в конце брожения опары

$$\text{для опары } \frac{1+0,5}{2} = 0,75 \text{ кг/л;}$$

$$\text{для теста } \frac{1,1+0,7}{2} = 0,9 \text{ кг/л.}$$

Принимается один типоразмер тесторазделочного агрегата непрерывного действия без бортов и с бортами. Для больших емкостей – по два агрегата (один для опары и второй для теста).

При ускоренных способах приготовления теста для интенсификации его созревания рекомендуется интенсивный замес, который может осуществляться в

тестомесильных машинах периодического действия Ш2-ХТ-2И, РЗ-ХТИ-3 и других, оснащенных стационарной ёмкостью для замеса теста. При этом брожение теста может происходить в дежах, в увеличенной воронке над тестоделителем, цепном бродильном конвейере Ш2-ХББ (в комплекте с тестомесильной машиной и дозаторами - агрегат Ш2-ХТД), кольцевом дежевом конвейере Ш2-ХБВ (в комплекте с тестомесильной машиной, дозаторами и дежеопрокидывателем - агрегат Ш2-ХТК) и др. Агрегат Ш2-ХТК может комплектоваться также тестомесильными машинами Т1-ХТ-2А, А2-ХТ-2Б, ХПО-3. Классификация тестомесильных машин периодического действия представлена в таблице 4.

Приготовление теста на жидких и густых опарах часто целесообразно осуществлять непрерывным способом. Классификация тестомесильных машин непрерывного действия представлена в таблице 5.

Производительность Π , кг/с, тестомесильных машин непрерывного действия рассчитывается по формуле

$$\Pi_n = \frac{V \cdot \rho \cdot K_2}{\tau}, \quad (39)$$

где V – вместимость месильной камеры, м^3 ;

ρ - плотность теста для брожения, $\text{кг}/\text{м}^3$ (ρ составляет от 1080 до 1100 $\text{кг}/\text{м}^3$);

K_2 - коэффициент заполнения месильной камеры (для тихоходных машин K_2 принимаем от 0,3 до 0,5, для машин интенсивного действия принимаем K_2 от 0,7 до 0,9);

τ - продолжительность замеса теста, с.

Для примера рассчитаем производительность и мощность двигателя для тестомесильной машины марки Х-26А.

Таблица 4 - Классификация тестомесильных машин периодического действия со стационарными емкостями

Марка машины	Тип машины	Назначение
1	2	3
ТМ-63	Стационарный, без обогрева (охлаждения) ёмкости	Для замеса крутого теста для бараночных и мучных кондитерских изделий
Т2-М-63		
ТММ-120	Стационарный, с обогревом (охлаждением) ёмкости	Для приготовления сахарных сортов теста
М2М-50	Стационарный, без обогрева (охлаждения) ёмкости	Для смешивания различных рецептурных смесей кондитерского производства
РЗ-ХТИ-3 (ТПИ-1)		Предназначена для интенсивного замеса пшеничного и ржано-пшеничного теста; может применяться при выработке бараночных изделий
Ш2-ХТ2-И	Стационарный, без обогрева (охлаждения) ёмкости	Для приготовления пшеничных и ржано-пшеничных сортов теста (исключая тесто для бараночных и макаронных изделий)

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Прима - 40	Стационарный без обогрева (охлаждения) емкости	Для замеса пшеничного, ржано-пшеничного, кондитерского и других видов теста в пекарнях малой производительности
Восход МТУ-50	Стационарный, в двух исполнениях: - с рубашкой для охлаждения (нагрева) продукта - без рубашки	Для замеса различных видов теста (дрожжевого, бездрожжевого, крутого бараночного, кондитерских масс, колбасного фарша и т.д.)
Машина системы Н.И.Ткачева	Стационарный, без обогрева (охлаждения) емкости	Для замеса закваски и теста
МТИПП – РМК		
А2-ХПО-3		
Х32М-300	Стационарный, с обогревом (охлаждением) ёмкости	Для приготовления мучной заварки, используемой для жидких дрожжей, а также заварных сортов хлебобулочных изделий

Таблица 5 – Классификация тестомесильных машин непрерывного действия

Марка машины	Производительность, т/сутки	Частота вращения рабочих органов, об/мин	Мощность привода, кВт	Габариты, мм длина ширина высота	Масса, кг
1	2	3	4	5	6
Х-12	15	50	3	1802 977 1725	425
Х-12Д	15	50	3	1802 977 1725	425
Х-26А	15	50	4	2105 1175 2270	960
И8-ХТА-12/1	30	60	4	1900 560 2234	800
Конструкции Хренова	95	260	2,3	2366 973 1210	650
Конструкции Прокопенко	2-12	1440	7	2800 800 1700	2000
РЗ-ХТО	14,5-30	15-180	17	2725 700 1660	1900

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
А2-ХТТ	30	15-180	15	2725 700 1660	2000
ТМН-70	10-30	45	5,5	2560 1226 1370	750
Т-101	3-7	448	2,1	1627 927 761	350,5
Тестомесильная машина агрегата ВНИИХП-Т-4	10-20	60	4,5	1600 720 800	750
Топос КВТ-1000 (Чехия)	25	60	4	1300 680 1100	500

Технологические характеристики тестомесильной машина марки Х-26А приведены в таблице 6.

Исходя из значений показателей и характеристик из таблицы 6, производительность тестомесильной машины марки Х-26А составляет

$$P_n = \frac{416 \cdot 1090 \cdot 0,8}{630} = 575 \text{ кг/с.}$$

Таблица 6 - Характеристика тестомесильной машины марки Х-26А

Характеристика	Значение
Производительность по тесту	от 15 т в сутки
Частота вращения рабочих органов	60 об/мин
Рабочая вместимость камеры	416 л
Мощность электродвигателя	4,5 кВт
Вид теста	пшеничное
Габариты	2195x1175x2270
Масса (без дозирочной станции)	960 кг

Мощность N , кВт, электродвигателя для тестомесильной машины непрерывного действия рассчитывается по формуле

$$N = \frac{\eta_{эф} B v^2 l z}{\delta \eta \kappa}, \quad (40)$$

где $\eta_{эф}$ - эффективная вязкость теста, при обычных скоростей сдвига

$$[\eta_{эф} = (0,6 \dots 0,8) \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}];$$

B – ширина лопасти, м;

v – окружная скорость лопастей, м/с;

l - длина лопасти, м;

z – количество лопастей;

δ - зазор между корпусом и лопастью, м;

η - КПД механических передач привода, $\eta = 0,8$;

κ - коэффициент использования мощности, $\kappa = 0,9$.

Мощность N , кВт, электродвигателя для тестомесильной машины марки Х-26А составляет

$$N = \frac{(0,7 \cdot 10^3) \cdot 0,65 \cdot 2 \cdot 0,43}{0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,9} \cdot 1000 = 163 \text{ кВт.}$$

2.2 Описание стенда

Стенд представляет собой серийно выпускаемую тестомесильную машину, присоединяемую через магнитный пускатель к источнику электроэнергии. Для определения полезной мощности применяют контрольно-измерительные приборы. Для проведения измерений нужно иметь циферблатные и платформенные весы, секундомер, а также емкости для взвешивания и загрузки продукта.

2.3 Методика проведения работы

Конструктивные размеры тестомесильной машины измеряют с помощью гибкого измерительного приспособления и линейки. Работу начинают с изучения имеющихся в лаборатории тестомесильных машин. Для этого знакомятся с устройством машин и отдельными их узлами и деталями. Обращают внимание на форму, расположение и движение месильного рычага и дежи, на механизм закрепления и установку дежи, на предохранительные приспособления. [8]

Студенты изучают недостатки и способы их устранения, тем измеряют основные конструктивные параметры тестомесильной машины: радиус дежи, ее высоту, радиус цапфы, максимальный радиус вращения месильного рычага. Для этого месильный рычаг с лопастью надо поставить в верхнее положение и поднять предохранительный щиток.

При изучении конструкции тестомесильных машин пользуются учебником, плакатами и другими средствами технической информации. Заканчивают изучение конструкций составлением кинематических схем.

Получив разрешение преподавателя, приступают к опытам. Преподаватель называет виды смешиваемых продуктов, их массу. Затем подкатывают дежу с тележкой, устанавливают ее на направляющие станины машины и фиксируют

штырями. Опускают предохранительные щитки и включают электродвигатель машины. Измеряют мощность машины при ее работе на холостом ходу. В дежу вручную подают предварительно взвешенный продукт или имитатор. Включают электродвигатель и измеряют мощность машины под нагрузкой в процессе замеса.

После окончания замеса машину останавливают, отсоединяют дежу с продуктом от станины и откатывают. Во время опыта измеряют время, затраченное на загрузку, обработку и выгрузку продукта.

После окончания эксперимента проводят санитарную обработку дежи, месильного рычага с лопастью и станины машины.

2.4 Обработка экспериментальных данных и составление отчета

При составлении отчета вычерчивают несколько кинематических схем, выполняют расчеты по приведенным в работе формулам и записывают результаты опытов и расчетов в журнал наблюдений (таблица 7). Кроме того, сопоставляют полученные данные по производительности и мощности с паспортными данными.

Технический паспорт оборудования – это документ технического вида, содержащий всю информацию об изделии. К каждой единице выпускаемой продукции предусмотрен отдельный технический паспорт с полным перечнем ее характеристик. Оформление документов этих видов регулируется нормативно-правовыми актами и является строго обязательным.

Технический паспорт предназначен для подтверждения безопасности устройств. Он служит для информирования владельца оборудования о его свойствах и правильной эксплуатации. Наличие обязательных пунктов в техническом паспорте регулируется документом под названием ГОСТ 2.610-2016.

Таблица 7 – Журнал наблюдений

№	Показатель	Условное обозначение	Единица измерения	Данные	
				опытные	расчетные
1	Диаметр усеченного конуса (большой)	D	м		
2	Диаметр усеченного конуса (малый)	d	м		
3	Диаметр днища дежи	d1	м		
4	Высота усеченного конуса	H	м		
5	Максимальный радиус вращения месильной лопасти	r	м		
6	Радиус цапфы дежи	R	м		
7	Частота вращения	n	1/мин		
8	Масса порции продукта	M	кг		
9	Масса дежи	m	кг		
10	Объем дежи	V	м ³		

3 Лабораторная работа № 3. Испытания машин для измельчения мяса

3.1 Расчет производительности мясорубок

Цель работы: изучить принцип действия и конструкцию машин для измельчения мяса, определить их производительность, мощность и охарактеризовать физические свойства продуктов после измельчения.

Основные сведения. Мясорубка МИМ-300 (рисунок 2) предназначена для измельчения мяса и рыбы на фарш, повторного измельчения котлетной массы набивки колбас на предприятиях общественного питания. Она состоит из собственно мясорубки в сборе, редуктора, чаши и рамы и электродвигателя.

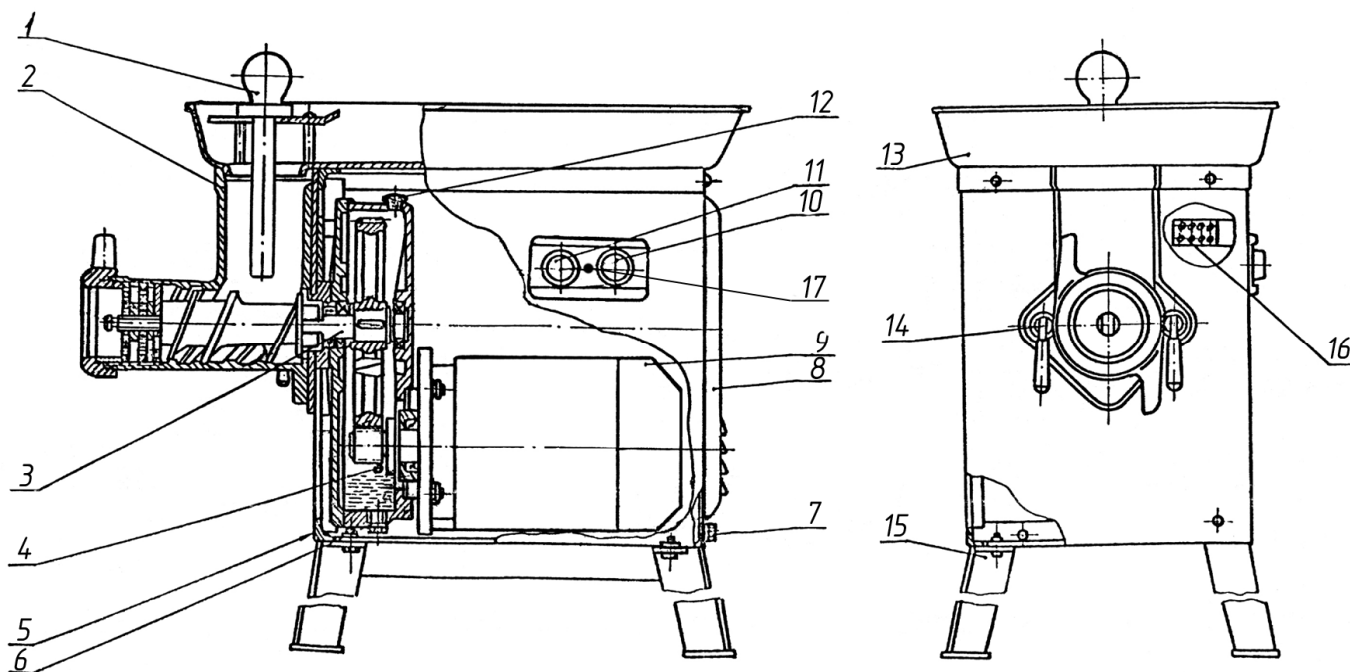


Рисунок 2 - Мясорубка МИМ-300

Собственно мясорубка в сборе имеет алюминиевый корпус 16, в котором вращается шнек 23, зажимную гайки 21, двусторонние вращающиеся ножи 18, набор ножевых решеток 22, кольцо упорное 19 и подрезную решетку 17. На передней части корпуса нарезана наружная резьба, на которую навинчивается зажимная гайка, а на задней предусмотрен фланец, которым корпус крепится к приводу. Крепление корпуса к приводу осуществляется зажимами 14 с помощью резьбовых штырей, закрепленных на раме 11.

Цилиндрическая полость корпуса, в которой вращается шнек, имеет винтовые канавки, препятствующие проворачиванию продукта относительно корпуса и улучшающие подачу продукта к режущему инструменту.

Шнек представляет собой однозаходный винт с переменным шагом витков, уменьшающимся в сторону разгрузки. В хвостовик шнека ввинчена втулка 15 с пазом, в переднюю часть - палец 20, передающий вращение двухсторонними ножами. Выступающая часть пальца имеет квадратное сечение, такой же профиль имеют отверстия в ножах, что обеспечивает их легкую установку.

Вращение на шнек передается через паз втулки 15 параллельными лысками, расположенными на конце приводного вала. Решетки свободно надеваются на палец шнека и удерживаются от проворачивания шпонкой, жестко закрепленной в корпусе мясорубки. Ножи и решетки плотно прижимаются друг к другу и к торцу корпуса с помощью упорного кольца 19 и зажимной гайки 21. Для получения фарша разной степени измельчения мясорубка комплектуется набором ножевых решеток с отверстиями диаметром 3, 5 и 9 мм.

На раме установлена чаша 4 и прикреплена к ней винтами. Горловина 24 чаши входит в горловину корпуса мясорубки. Для исключения возможности травмирования руки оператора шнеком работающей мясорубки, над загрузочным отверстием расположен несъемный предохранитель 1.

Привод мясорубки состоит из электродвигателя 7 и одноступенчатого цилиндрического понижающего зубчатого редуктора 13. Приводной вал вращается в двух радиально-упорных подшипниках, запрессованных в корпус 9 и крышку 12 редуктора.

Чтобы предотвратить попадание масла из редуктора в корпус мясорубки, на приводном валу установлена манжета с крышкой. Редуктор крепится к передней части рамы четырьмя болтами, а электродвигатель - к корпусу редуктора четырьмя шпильками.

Смазка подшипников и зубчатых колес осуществляется путем разбрызгивания масла, залитого через верхнее отверстие 3 корпуса редуктора. Сливается масло через нижнее отверстие 10 в корпусе редуктора, закрываемое пробкой.

Перерабатываемый продукт из чаши вручную подается к горловине корпуса мясорубки, а затем толкателем 2 - к вращающемуся шнеку. Увлекаемый шнеком продукт проходит через отверстия подрезной решетки к первому двустороннему

ножу, которым разрезается на части. Прижимаемый шнеком к первой ножевой решетке продукт продвигается в ее отверстия и предварительно измельчается другой стороной того же ножа на более мелкие кусочки. Грубо измельченный продукт поступает в следующую полость между двумя ножевными решетками для окончательного измельчения вторым двусторонним ножом.

Мясорубка может комплектоваться двумя наборами ножей и решеток: для мелкого измельчения при приготовлении паштетной или котлетной массы, и для крупного измельчения при приготовлении натуральных рубленых полуфабрикатов.

С помощью рассматриваемой мясорубки можно осуществлять набивку колбас через насадку (цевку). Для ее установки необходимо снять режущий инструмент и надеть на палец шнека поддержку для центрирования шнека, приставить к ней насадку для набивки колбас и зажать зажимной гайкой.

Производительность мясорубок определяют по формуле

$$Q = F_0 v_0 \rho \varphi, \quad (41)$$

где F_0 - суммарная площадь отверстий в первой ножевой решетке, ближайшей к шнеку, м^2 ;

v_0 - скорость продвижения продукта через отверстие первой ножевой решетки, м/с ;

ρ - плотность продукта, кг/м^3 ;

φ - коэффициент использования площади отверстий первой ножевой решетки, φ от 0,7 до 0,8.

В свою очередь

$$F_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} z_0, \quad (42)$$

где d_0 - диаметр одного отверстия, м ;

z_0 - количество отверстий ножевой решетки, шт.;

v_0 - скорость продвижения продукта через отверстие первой ножевой решетки;

Скорость v_0 , м/с, можно рассчитать как скорость перемещения гайки относительно винта вдоль его оси по формуле

$$v_0 = \frac{\pi n}{60} (r_n + r_b) \operatorname{tg} \beta_{\text{п}} K_{\text{в}}, \quad (43)$$

где n - частота вращения шнека, мин^{-1} ;

r_n, r_b - наружный и внутренний радиусы последнего витка шнека, м;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент проворачивания продукта относительно шнека.

$$K_{\text{в}} = \frac{\omega - \omega_{\text{пр}}}{\omega}, \quad (44)$$

где ω - угловая скорость шнека, рад/с;

$\omega_{\text{пр}}$ - угловая скорость продукта, рад/с;

практически для мясорубок $K_{\text{в}} = 0,4$.

Мощность в мясорубке затрачивается на разрезание продукта в режущем механизме, на преодоление трения в режущем механизме, на преодоление трения шнека о продукт и на продвижение продукта шнеком. Мощность электродвигателя привода мясорубки N , Вт, определяется по формуле

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta}, \quad (45)$$

где N_1 - мощность, необходимая для разрезания продукта в режущем механизме, Вт;

N_2 - мощность, необходимая на преодоление трения в режущем механизме, Вт;

N_3 - мощность, необходимая на преодоление трения шнека о продукт и на продвижение продукта от загрузочного устройства до режущего инструмента, Вт.

Для мясорубки с подрезной решеткой, двумя двусторонними вращающимися ножами и двумя неподвижными ножевыми решетками

$$N_1 = F_p (K_{пр} + 2K_{р1} + K_{р2}) \cdot \frac{n}{60} az, \quad (46)$$

где F_p - площадь ножевой решетки, м²;

$K_{пр}$ - коэффициент использования площади подрезной решетки;

$K_{р1}$ и $K_{р2}$ - коэффициенты использования площади решеток соответственно с крупными и мелкими отверстиями;

a - удельный расход энергии на перерезание продукта, Дж/м²; (a составляет от $2,5 \cdot 10^3$ до $3,5 \cdot 10^3$ Дж/м²);

z - количество перьев у одного ножа, шт.

$$N_2 = \left(\frac{\pi n}{60} \right) P_3 (r_{\max} + r_{\min}) f \psi, \quad (47)$$

где P_3 - усилие затяжки режущего механизма, Н;

P - усредненное удельное давление в поверхности стыка ножей и решеток, Па, P составляет от $2 \cdot 10^6$ до $3 \cdot 10^6$ Па;

b - ширина площадки контакта лезвия ножа и решетки, м;

r_{\max} , r_{\min} - наружный и внутренний радиусы вращающегося ножа, м;

f - коэффициент трения скольжения ножа о решетку в присутствии измельчаемого продукта, $f = 0,1$;

ψ - количество плоскостей резания, шт.

$$N_3 = \left(\frac{\pi^2 n}{90} \right) P_o m^* [(r_n^3 - r_b^3) f_1 + 0,24 t_{cp} (r_n^3 - r_b^3)] \quad (48)$$

где P_0 - давление за последним витком шнека, Па, (P_0 составляет от $3,0 \cdot 10^5$ до $5,0 \cdot 10^5$ Па);

m^* - число витков шнека, шт;

t_{cp} - средний шаг между витками шнека, который зависит от их среднего угла подъема β_{cp} и среднего диаметра d_{cp} , мм;

f_1 - коэффициент трения продукта о шнек.

3.2 Описание стенда

Экспериментальный стенд для определения эксплуатационных характеристик мясорубки состоит из серийно выпускаемой мясорубки наименьшей производительности, подключенной к источнику электроэнергии и контрольно-измерительным приборам, и измерительного устройства для определения осевого усилия.

Мясорубку подсоединяют к приводу универсальной кухонной машины и включают в электрическую сеть через магнитный пускатель. Расход электроэнергии измеряют с помощью электрических приборов, а частоту вращения шнека - тахометром. Продукт взвешивают на циферблатных весах, а продолжительность его обработки определяют с помощью секундомера.

3.3 Методика проведения работы

Работу начинают с изучения устройства узлов и отдельных элементов мясорубок, которые находятся в лаборатории. Затем внимательно знакомятся с устройством рабочего цилиндра, шнека, режущих инструментов и их установкой, передаточным механизмом, а также с креплением ножей и решеток на палец шнека

и мясорубки на корпусе индивидуального привода или привода универсальной кухонной машины. Описание мясорубок и принцип их работы изучают по учебнику, плакатам и другим наглядным средствам обучения.

Далее составляют кинематические схемы и приступают к определению основных конструктивных параметров: рабочего цилиндра (заходности винтовых ребер, внутреннего диаметра рабочей камеры, ее длины от края загрузочного отверстия в корпусе мясорубки до плоскости установки подрезной решетки), шнека (заходности, наружного, среднего и внутреннего диаметров первого и последнего витков, их шага), режущих инструментов (внутреннего и наружного радиусов отверстий подрезной решетки, длины и ширины лезвий вращающихся ножей, диаметра неподвижных решеток и отверстий в них, шага между отверстиями, их расположения на ножевой решетке). К проведению экспериментальной части работы приступают с разрешения преподавателя. [9]

Преподаватель называет тип мясорубки и вид продукта, характеризует набор режущих инструментов и сообщает об усилии начальной затяжки режущего инструмента. Измеряют конструктивные параметры разобранной мясорубки, вычерчивают эскизы подрезной решетки, вращающегося ножа и ножевой решетки с обозначением основных размеров.

Мясорубку собирают, устанавливают в корпусе универсальной кухонной машины, включают электродвигатель и тахометром измеряют частоту вращения шнека мясорубки.

Измеряют мощность электродвигателя при работе ее на холостом ходу. Затем машину останавливают. На циферблатных весах взвешивают четыре-пять равных порций продукта, включают мясорубку и загружают в нее первую порцию. В процессе измельчения продукта регистрируют отклонение стрелки на индикаторе. При этом по секундомеру измеряют продолжительность измельчения, а по ваттметру мощность двигателя. Далее машину останавливают, задают другое усилие затяжки и опыт повторяют.

После окончания опыта детали режущего инструмента, шнек, корпус, загрузочное устройство, рабочую камеру тщательно очищают от остатков продукта, моют и просушивают.

4 Лабораторная работа № 4. Испытания взбивальных машин

4.1 Технологические расчеты

Цель работы: изучить принцип действия и конструкцию взбивальных машин и механизмов, определить их производительность и мощность, охарактеризовать физические свойства продуктов до и после обработки такими машинами.

Основные сведения. В предприятиях общественного питания для перемешивания и взбивания жидких смесей применяют взбивальные машины и механизмы, имеющие вертикально расположенную неподвижную рабочую камеру и взбиватели, вращающиеся вокруг своей оси и оси приводного вала. Если перемешивание сопровождается насыщением продукта мельчайшими пузырьками воздуха, то такой процесс называют взбиванием.

Действительная производительность Q_R , кг/с, взбивальных машин и механизмов

$$Q_R = \frac{m}{T}, \quad (49)$$

где m - масса продукта, кг;

T - время цикла обработки продукта, с.

Теоретическая производительность взбивальных машин и механизмов будет зависеть от объема рабочей камеры V_0 , м³, плотности продукта ρ , кг/м³,

коэффициента заполнения рабочей камеры φ и времени загрузки t_z , с, обработки (взбивания) t_o , с, и выгрузки продукта t_v , с

$$Q_T = \frac{V_0 \cdot \rho \cdot \varphi}{t_z + t_o + t_v}. \quad (50)$$

Объем рабочей камеры V_0 , м³, приближенно можно определить по формуле

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H + \frac{\pi \cdot h}{142} \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2), \quad (51)$$

где D - диаметр цилиндрической части бачка, м;

d - диаметр днища бачка, м;

H - высота цилиндрической части бачка, м;

h - высота суженной части бачка, м.

Коэффициент заполнения рабочей камеры

$$\varphi = \frac{m}{m_0}, \quad (52)$$

где m_0 - предельная масса продукта в рабочей камере, кг.

Плотность продукта до взбивания, а также после взбивания ρ_i , кг/м³, определяется по формуле

$$\rho_i = \frac{m_i}{V}, \quad (53)$$

где m_i - масса пороки продукта, кг;

V - объем порции продукта, м³ (задается преподавателем).

Общие технические характеристики взбивальных машин представлены в таблице 8. На основании заданного объема бачка и определенной

производительности машины производим конструктивный расчет параметров камеры. Расчет геометрических размеров бачка вместимостью 18 л производится методом подбора величин высоты и диаметра бачка, таким образом, чтобы произведение данных величин не превышало величину объема данного бачка.

Определяем диаметр взбивателя d , м, по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{V}{3,46}}. \quad (54)$$

Размеры камеры при этом определяются как

$$V = \frac{\pi}{d^2} \cdot \frac{4}{H}. \quad (55)$$

Диаметр бачка равен

$$D = 1,75 \cdot d. \quad (56)$$

Высоту бачка определим по формуле

$$H = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2}. \quad (57)$$

Определяем высоту цилиндрической части бачка H_C

$$H_C = 0,88 \cdot d. \quad (58)$$

Определяем высоту суженной части бачка H_r

$$H_r = 0,72 \cdot d . \quad (59)$$

Определяем диаметр днища бачка D_r ,

$$D_r = 0,7 \cdot d . \quad (60)$$

Определяем высоту лопасти h

$$h = 1,3 \cdot d . \quad (61)$$

Таблица 8 - Общие технические характеристики взбивальных машин

Наименование	Объем дежи, л	Потребляемая мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
МВ-6	35	1.3	705x620x1045	260
МВ-60	60	1.5	735x605x1242	170
МВ-40	40	1.5	1000x550x1200	200
РЗ-ХВА-220	220	3.0	1450x720x1520	450
РЗ-ХВА-160	160	2.2	1350x650x1350	360
РЗ-ХВА-220	100	1.5	1250x600x1200	290
МТВК-250С	250	7.5	1750x750x1000	530
МВП-60	60	2.2	1000x710x1350	314
МВП-100	100	3.0	1100x910x1450	450
ММ-23	23	1.1	710x510x800	100
МВУ-60	60	2.2	970x760x1375	314
ШАЕ-1000	-	10	3350x920x3000	1380
ЦГ-103	60	1.5	735x605x1242	190

4.2 Описание стенда

Стенд представляет собой серийно выпускаемую взбивальную машину или механизм, присоединяемый к приводу универсальной кухонной машины. Машина подключена через магнитный пускатель к источнику электроэнергии. Полезную мощность определяют по контрольно-измерительным приборам, а производительность машины - с помощью циферблатных весов, секундомера, емкости для загрузки и выгрузки продуктов. Для определения плотности продукта до и после взбивания служат мерный цилиндр и весы.

4.3 Методика проведения работы

Конструктивные размеры взбивальной машины измеряют с помощью штангенциркуля и измерительной линейки. Работу начинают с изучения имеющихся в лаборатории взбивальных машин. Для этого знакомятся с устройством машин и отдельными их узлами и деталями.

Взбивальная машина МВ-35М. Эта машина состоит из литой пустотелой станины, которая опирается на чугунную плиту. Станина снабжена механизмом ручного подъема бака. Привод располагается в верхней части станины. Машина имеет четыре сменных взбивателя: крючкообразный, проволочный, плоскорешетчатый, овальный. [10, 12, 13, 14, 15, 16]

Привод ее состоит из электродвигателя, клиноременной и планетарной передач. Клиноременная передача является бесступенчатым вариатором скорости, плавно изменяет скорость вращения вала взбивателя. Вариатор имеет маховик, вынесенный на корпус машины. При повороте маховика против часовой стрелки скорость вращения взбивателя увеличивается, так как передаточное число ременной передачи уменьшается, и наоборот. К валу сателлита планетарной передачи

крепится один взбиватель. Бак машины устанавливается на кронштейне с помощью ушек и конусов. Он имеет ограничитель, предохраняющий бак раскачивания во время работы.

Механизм подъема и опускания бака состоит из двух направляющих и платформы, несущей кронштейн. Платформа связана с винтом, имеющим рукоятку. При вращении рукоятки платформа перемещается, поднимая или опуская кронштейн с баком. Ход бака вверх ограничивается болтом. Бак во время работы накрывается крышкой с лотком для дополнительной загрузки продуктов при работе. Машина комплектуется двумя бачками. Сверху она закрывается крышкой с жалюзи. На боковой стенке машины установлен пульт управления.

При работе на взбивальных механизмах необходимо прочно закрепить их на соответствующих приводах. После закрепления взбивателя бак присоединяют к кронштейну так, чтобы между взбивателем и дном бака оставался зазор не более 5 мм. Проверяют работу на холостом ходу, затем устанавливают необходимую скорость. Если набивают легкоподвижные массы, ставят ручку на «Быстро», если замешивают крутое тесто - на «Медленно». Загружают баки машины на 1/2 или 2/3 их объема до включения привода.

В машинах с индивидуальными приводами бак закрепляют на кронштейне станины и поднимают его с помощью подъемного механизма. Необходимую скорость устанавливают на ходу машины. Перед взбиванием продукты охлаждают. Взбивание яично-белково-сахарных смесей начинают на тихом ходу, затем переключают на высшую скорость. Самбуки, муссы набивают на медленной скорости. Нельзя загружать продукты во время работы машины и механизмов, если нет специальных загрузочных лотков.

При работе на коктейлевзбивателе проверяют прочность его установки на столе, устанавливают переключателями нужную скорость, включают в электросеть, заливают охлажденные компоненты в стакан. Закрепление стакана производится так, чтобы при его посадке между скобами станины произошло автоматическое включение двигателя и началось интенсивное взбивание массы. После приготовления стакан осторожно снимается. После работы машины выключают,

отсоединяют взбиватель и предварительно опущенный бак снимают. В машинах МВУ можно выгружать продукт из бака, не снимая его с машины. Взбиватели, бачки и стаканы хорошо промывают горячей водой и просушивают, а корпус машины протирают мягкой тканью. [11]

Рассчитывают недостающие характеристики и вносят в таблицу 8.

Таблица 8 - Технические характеристики

Производительность, кг/ч	50
Емкость рабочей камеры, дм ³	35
Номинальная мощность, кВт	0,8
Число скоростей рабочего инструмента	Бесступенчатое
Масса, кг	22

Список использованных источников

1 Медведев, П. В. Проектирование хлебопекарных предприятий : учебное пособие / П. В. Медведев, В. А. Федотов, Т. А. Бахитов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Оренбург : ОГУ. - 2016. – 104 с.

2 Медведев, П. В. Тестомесильные машины и тестоприготовительные агрегаты : учебное пособие / П. В. Медведев, В. А. Федотов, Е. Я. Челнокова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Оренбург : ОГУ. - 2014. - 143 с.

3 Никифорова, Т. А. Проектирование хлебозаводов: учебное пособие / Т. А. Никифорова, П. В. Медведев, Е. В. Волошин. – Оренбург, 2006. – 99 с.

4 Гатилин, Н. Ф. Проектирование хлебозаводов: учебник / Н. Ф. Гатилин. – Москва: Пищевая промышленность, 1975. – 415 с.

5 Челнокова, Е. Я. Зерноведение : учебное пособие / Е. Я. Челнокова, В. А. Федотов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Оренбург : ОГУ. - 2016. – 144 с.

3 Медведев, П. В. Подготовка основного и дополнительного сырья на хлебопекарных предприятиях: учебное пособие для вузов / П. В. Медведев, Е. Я. Челнокова, О. А. Кузнецов. – Оренбург, 2001. – 78 с.

5 Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства: учебник для ВУЗОВ / Л. Я Ауэрман. – Санкт-Петербург: Профессия, 2003. – 416 с.

6 Медведев, П. В. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проекта по дисциплине «Технология хлебопекарного производства» / П. В. Медведев, В. П. Попов, Г. Б. Зинюхин. - Оренбург: ОГУ, 1997. – 45 с.

7 Березин, М. А. Оборудование для ведения биотехнологических процессов : учебное пособие / М. А. Березин, В. В. Кузнецов, В. Н. Сивцов. - Саранск: Мордовия-Экспо, 2008. - 84 с.

8 Березин, М. А. Оборудование для переработки сельскохозяйственной продукции: учебно-методическое пособие / М. А. Березин. - Саранск: Мордов. гос. ун-т., 2012. - 127 с.

9 Ковалевский, В. И. Проектирование технологического оборудования и линий / В. И. Ковалевский. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2007. - 320 с.

10 Кузнецов, А. О. Пособие для пекаря / А. О. Кузнецов. – Москва: «Экономика», 2016. – 191 с.

11 Курочкин, А. А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, А. С. Гордеев. - Москва : КолосС, 2007. - 597 с.

12 Драгилев, А. И. Производство мучных кондитерских изделий / А. И. Драгилев, Я. М. Сезанаев. – Москва: ДеЛи, 2000. – 446 с.

13 Никифорова, Т.А. Оборудование для предприятий общественного питания : учебное пособие / Т.А. Никифорова, Д.А. Куликов, С. Пономарев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2012. - 131 с.

14 Василевская, С. Практикум по расчету технологического оборудования для продуктов из растительного сырья и общественного питания : учебное пособие / С. Василевская, Р. Касимов, А. Холодилин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2012. - 97 с.

15 Могильный, М. П. Торговое оборудование предприятий общественного питания : учебное пособие / М. П. Могильный. - Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2014. - 181 с.

16 Драгилев, А. И. Технологическое оборудование кондитерского производства : учебное пособие / А. И. Драгилев, Ф. М. Хамидулин. - Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2014. - 360 с.