

Министерство образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра техники пищевых производств
и торговли

ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ

Методические указания
к лабораторной работе
по курсу «Технологическое оборудование отрасли»
для студентов специальностей 170600 и 270300
всех форм обучения

Санкт-Петербург 2003

УДК 664.65.05

Громцев С.А., Корнильев И.Б., Громцев А.С. Тестопрigотовитель-ные агрегаты: Метод. указания к лабораторной работе по курсу «Техноло-гическое оборудование отрасли» для студентов спец. 170600 и 270300 всех форм обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2003. – 28 с.

Указаны цель и порядок выполнения лабораторной работы. Рассмотрены назначение и структура тестопрigотовительных агрегатов, приведены их клас-сификация и элементы технологического расчета. Дан анализ процессов, проис-ходящих в бро-дильных аппаратах тестопрigотовительных агрегатов. Описаны некоторые конструкции тестопрigотовительных агрегатов, эксплуатируемых в настоящее время на отече-ствен-ных хлебопекарных предприятиях.

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. К.М. Федоров

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых произ-водств и методической комиссией факультета заочного обучения и экстерната

© Санкт-Петербургский государст-венный университет низкотемпера-турных и пищевых технологий, 2003

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является знакомство с назначением, структурой и классификацией тестоприготовительных агрегатов, а также с процессами, происходящими в их бродильных аппаратах, изучение конструкций и принципа действия наиболее распространенных в хлебопекарной промышленности тестоприготовительных агрегатов, приобретение навыков по их технологическому расчету и составлению их принципиальных технологических схем.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Приступая к лабораторной работе, студент должен изучить настоящие методические указания и рекомендуемую литературу. Затем он может приступить к практическому изучению и проведению необходимых измерений тестоприготовительного агрегата (по указанию преподавателя).

В заключение студент составляет и оформляет отчет в соответствии с требованиями, изложенными в разд. 7, и сдает его преподавателю.

Из общего количества времени (4 ч), отводимого на выполнение лабораторной работы, следует затратить:

на изучение методических указаний и рекомендуемой литературы – 1 ч;

на практическое изучение и измерение отдельных элементов тестоприготовительного агрегата, а также на проведение необходимых расчетов – 2 ч;

на оформление и сдачу отчета – 1 ч.

3. НАЗНАЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Тестоприготовительные агрегаты предназначены для приготовления опары (закваски) и теста – при двухфазном тестоведении и только теста – при однофазном. Последовательно в них осуществляются следующие технологические операции: дозирование компонентов опары (закваски), ее замес, брожение, дозирование компонен-

тов теста, его замес, брожение и, наконец, передача теста для дальнейшей обработки.

Указанная последовательность технологических операций приведена для случая двухфазного тестоведения. При однофазном (безопарном) тестоведении технологические операции, связанные с опарой (закваской), отсутствуют.

Тестоприготовительные агрегаты состоят из ряда машин и аппаратов, которые соединяются между собой различными передающими устройствами и коммуникациями, что обеспечивает поточность технологического процесса приготовления теста. Каждый тестоприготовительный агрегат включает: дозировочную аппаратуру; месильное оборудование; бродильные аппараты; различные передающие устройства (насосы, монжусы, транспортеры, трубопроводы, нагнетатели и пр.); металлоконструкцию, на которой монтируются фрагменты агрегата и пульт управления.

Тестоприготовительные агрегаты можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) по схеме тестоведения – однофазные и двухфазные;
- 2) по способу управления рабочими процессами – агрегаты с ручным управлением и агрегаты с автоматическим управлением;
- 3) по способу приготовления теста и конструкции бродильных аппаратов (рис. 1).

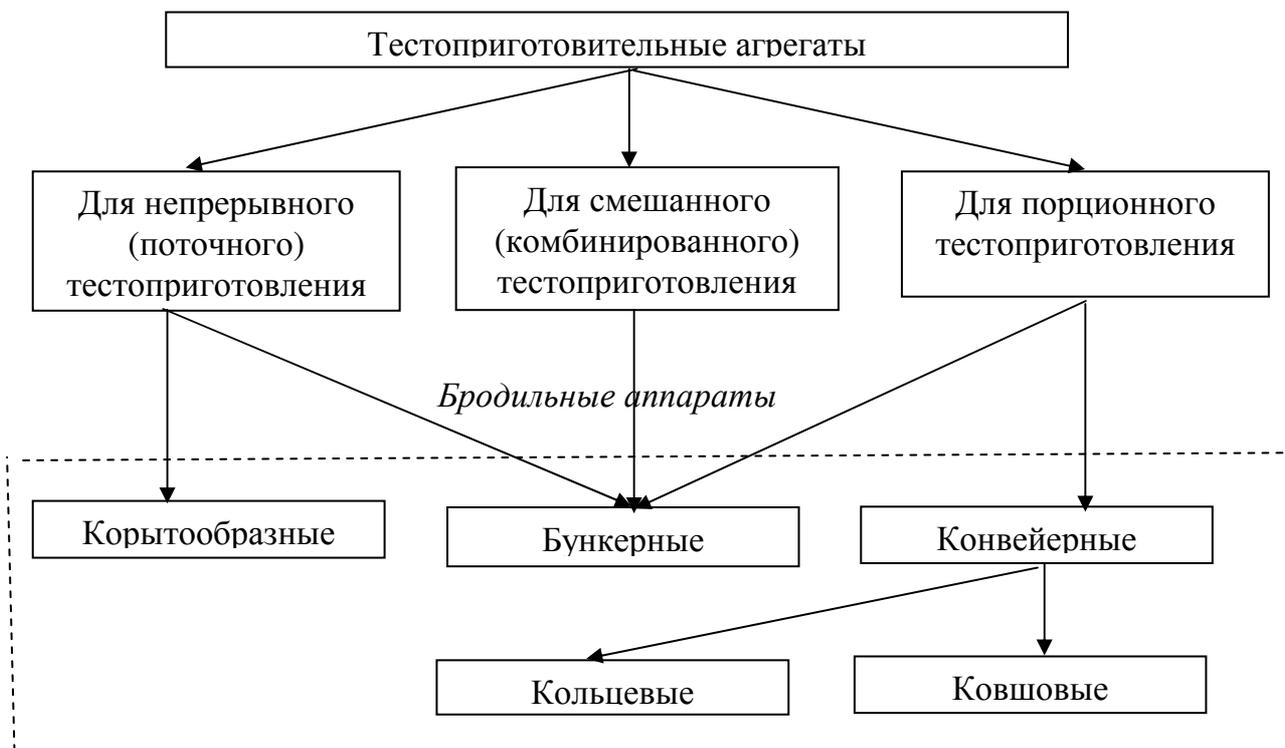


Рис. 1. Классификация тестоприготовительных агрегатов по 3-му признаку

В тестоприготовительных агрегатах для непрерывного тестоприготовления все основные технологические операции: дозирование компонентов, замес и брожение опары (закваски) и теста – осуществляются в потоке, т. е. непрерывно. В агрегатах для порционного тестоприготовления все вышеперечисленные технологические операции осуществляются порционно (периодически). В агрегатах смешанного типа дозирование и замес осуществляются непрерывно, а брожение – периодически.

Тестоприготовительные агрегаты применяются на хлебозаводах средней и большой мощности в составе непрерывно-поточных комплексно-механизированных линий при выработке ограниченного ассортимента хлебобулочных изделий. Их достоинствами являются полная механизация процесса приготовления теста и его высокое качество. Недостатки: большие габариты и масса; трудность перехода с сорта на сорт, особенно для непрерывно действующих агрегатов; длительность и трудоемкость санитарной обработки, особенно бродильных аппаратов; большие потери при авариях на линии. Это делает затруднительным использование данных агрегатов на небольших предприятиях, особенно при выработке широкого ассортимента изделий. В этом случае используются тестомесильные машины с подкатными или стационарными дежами.

4. ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В БРОДИЛЬНЫХ АППАРАТАХ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Брожение теста по времени занимает свыше 70 % длительности производственного цикла приготовления хлебобулочных изделий. Оно сопровождается рядом физических, коллоидных, биохимических и других процессов, в результате которых тесто созревает, приобретает определенную структуру, при этом происходит накопление ароматических и вкусовых веществ, изменение состава и состояния отдельных компонентов.

Тестоведение и, следовательно, брожение может осуществляться в несколько фаз. При однофазном тестоведении замешивают и дают бродить сразу всем компонентам. При двухфазном тестоведении вначале замешивают первую фазу (опару или закваску) – часть компонентов (около 50 % муки, воду и дрожжи), дают им выбродить, а

затем на полученной опаре (закваске) замешивают остальную часть муки, положенные по рецептуре добавки (сахар, соль, жир и т. д.) и сбраживают тесто до готовности. Существуют и многофазные способы тестоведения.

Безопарный (однофазный) способ применяют при приготовлении теста из пшеничной муки высшего и I сортов, изделия из которой характеризуются низкой кислотностью.

Опарный (двухфазный) способ тестоведения характеризуется большей, чем безопарный, общей продолжительностью брожения, поэтому в тесте накапливается больше ароматических и вкусовых веществ, более глубокой обработке подвергаются составные части муки, что приводит к повышению эластичности мякиша и лучшему сохранению его свежести. Большинство тестоприготовительных агрегатов работают по двухфазной схеме тестоведения.

Процессы, протекающие в бродильном аппарате безопарного тестоприготовительного агрегата, показаны на рис. 2. При двухфазном тестоведении процессы повторяются, но с той лишь разницей, что между ними вводится процесс замеса теста с добавлением муки, воды, соли и некоторых других компонентов. Параметры процесса: τ – длительность брожения, t – температура, K – кислотность, ρ – плотность, P – консистенция.

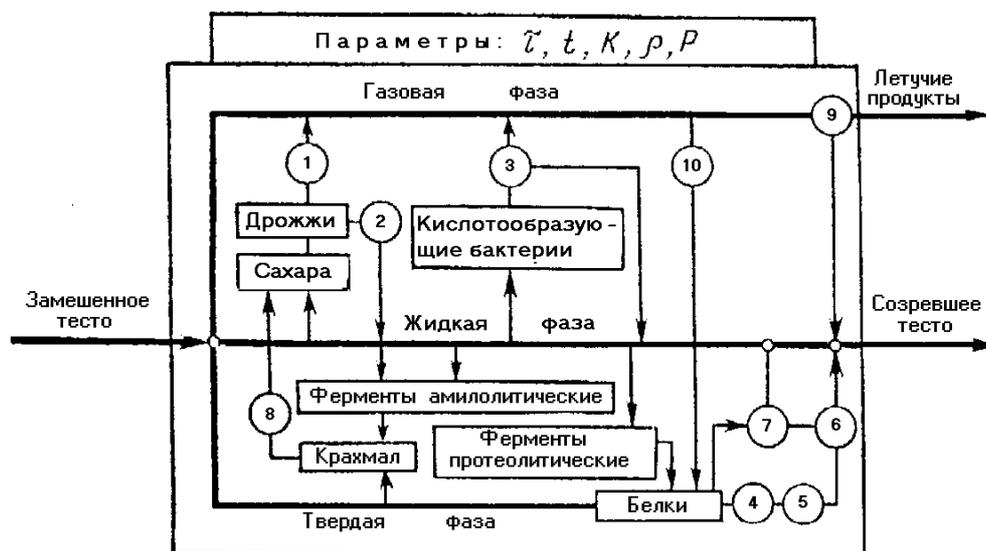


Рис. 2. Модель однофазного процесса брожения пшеничного теста:

- 1 – спиртовое брожение; 2 – размножение дрожжей; 3 – кислотное брожение;
- 4 – дезагрегация; 5 – протеолиз; 6 – пептизация; 7 – гидролитическое расщепление белков;
- 8 – амилолиз крахмала; 9 – удаление летучих продуктов брожения; 10 – окисление

В процессе брожения наиболее значительно изменяется плотность гомогенной трехфазной смеси из-за накопления газов, выделяющихся в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Углекислота, спирт, молочная кислота и другие продукты брожения придают тесту специфический вкус и запах.

Интенсивность брожения зависит от температуры, состава, свойств, концентрации питательной среды и функционального состояния бродильной микрофлоры. Наиболее существенное влияние на интенсивность брожения оказывает температура, что можно определить по количеству выделяющегося диоксида углерода (рис. 3). При повышении температуры до 40 °С брожение вначале идет более интенсивно, но в дальнейшем процессе замедляется, при этом определяющими оказываются скорость размножения дрожжей и кислотность среды. При уменьшении температуры брожения до 25 °С скорость накопления диоксида углерода снижается почти в два раза. Оптимальной температурой следует считать 30 °С.

Рис. 3 и 4 показывают, что температура процесса является наиболее важным параметром, позволяющим управлять процессом брожения. При применении жидких опар в бродильном аппарате тесто-приготовительного агрегата температуру можно регулировать в широких пределах, используя простейшие теплообменники – термостатирующие рубашки. При работе с густой опарой осуществить терморегулирование почти невозможно из-за ее низкой теплопроводности, высокой вязкости и липкости. Поэтому применение в тесто-приготовительных агрегатах жидких опар или заквасок облегчает управление процессом брожения путем терморегулирования. При снижении температуры до 12–15 °С брожение затормаживается, что позволяет вести процесс с остановками, т. е. обеспечивать работу тесто-приготовительного агрегата при одно- или двухсменной работе. При этом следует обязательно учитывать специфику кислотонакопления в опаре (рис. 4)

При брожении объем опары увеличивается более чем в два раза (рис. 5). Брожение следует заканчивать в момент достижения максимального объема. Динамика изменения плотности опары показана на рис. 6. Кривые наглядно иллюстрируют основные зависимости и позволяют получить необходимые исходные данные для расчета бродильных емкостей агрегатов.

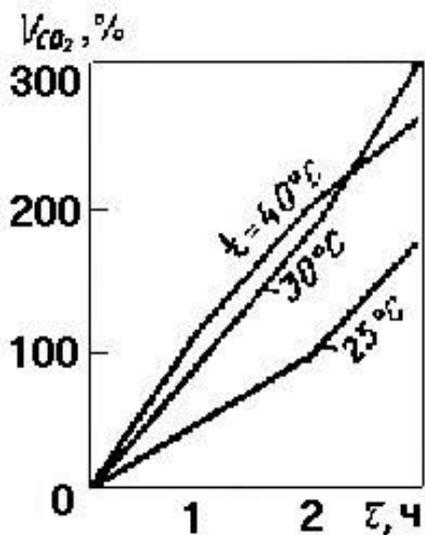


Рис. 3. Зависимости брожения от температуры теста

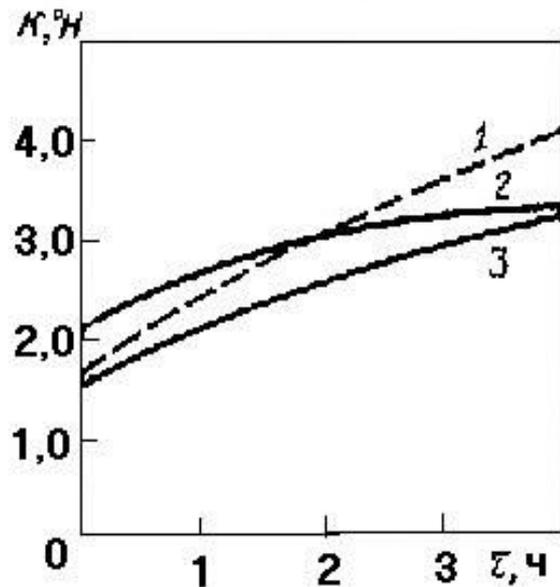


Рис. 4. Изменение кислотности опары из пшеничной муки I сорта при температуре 32 °С в бункерных агрегатах:
1 – Л4-ХАГ-13; 2 – МТИП РМК;
3 – И8-ХАГ-6

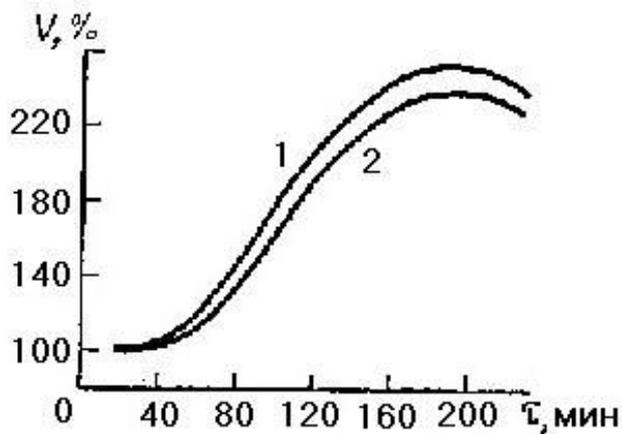


Рис. 5. Изменение объема опары в емкости бункерного агрегата при переработке:
1 – муки высшего сорта;
2 – муки I сорта

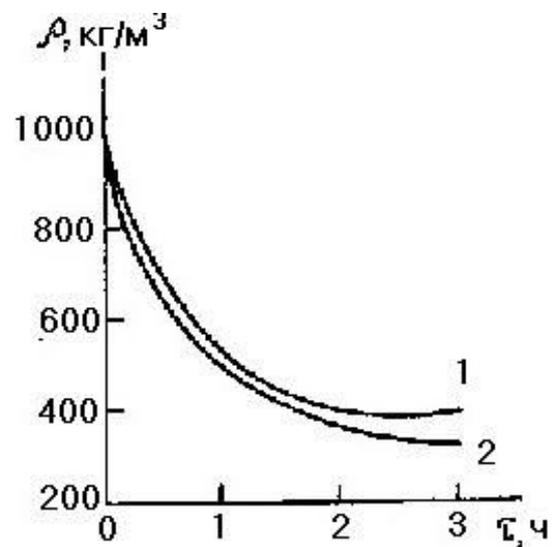


Рис. 6. Изменение плотности опары в процессе брожения:
1 – из пшеничной муки высшего сорта; 2 – из пшеничной муки I сорта

В процессе брожения белковые вещества теста подвергаются действию протеолитических ферментов: протеолизу, гидролитическому расщеплению, окислению и пептизации. Крахмальные зерна под действием амилолитических ферментов частично преобразуются в сахара с накоплением мальтозы, которая расходуется на питание и размножение дрожжей. Указанные изменения состава вызывают и некоторое перераспределение влаги между компонентами. Брожение происходит с повышением температуры теста на 1–2 °С, кислотность среды возрастает для пшеничного теста с 2 до 3 °Н, плотность теста снижается с 1,05 до 0,75 кг/дм³.

Существенные изменения претерпевает и консистенция опары (рис. 7). После выхода опары из тестомесильной машины происходит экспоненциальное снижение напряжения сдвига, а после 3 ч брожения показатели начинают повышаться. Снижение предельного напряжения сдвига в конце процесса происходит при транспортировании опары шнековым или лопастным нагнетателем к тестомесильной машине.

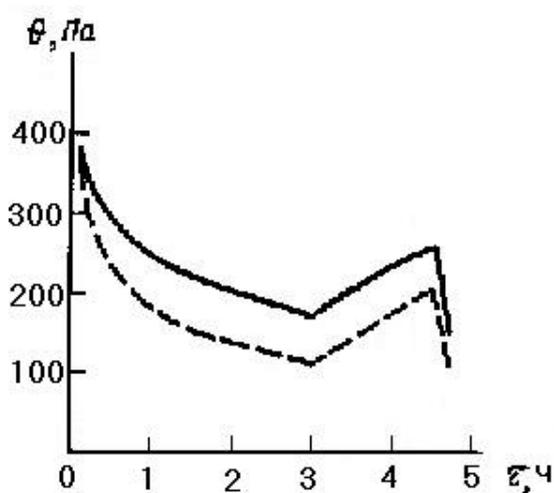


Рис. 7. Изменение предельного напряжения сдвига опары в бункерном тестоприготовительном агрегате из пшеничной муки:
1 – высшего сорта; 2 – I сорта

Несмотря на достаточно глубокое изучение отдельных закономерностей процесса брожения, до настоящего времени не разработана теория процесса брожения и работы тестоприготовительных агрегатов, а также нет приборов, которые позволили бы дать метрологически верное определение конца брожения теста и предугадать его

оптимальное поведение на последующих стадиях технологического процесса – при разделке, формовании, расстойки и выпечке.

Готовое тесто должно иметь необходимые для данного сорта кислотность и физические свойства: упругость, формоудерживающую и газоудерживающую способность, которые обеспечили бы при его расстойке максимальный объем заготовок. К моменту созревания в тесте должно быть накоплено определенное количество продуктов спиртового и кислотного брожения, протеолиза и др.

На практике обычно готовность опары и теста определяют по показателю титруемой кислотности и органолептически.

5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Тестоприготовительные агрегаты для непрерывного (поточного) приготовления теста

К агрегатам данного типа относятся ХТР, ВНИИХПа, ХТУ-Д, РЗ-ХТН и ряд других.

Наиболее распространенными являются агрегаты ХТР системы И.Л. Рабиновича. Эти агрегаты имеют несколько модификаций, однако в промышленности используются в основном две – с корытообразным бродильным аппаратом для безопасного приготовления теста и с корытообразным бродильным аппаратом, разделенным на два отсека, для приготовления теста опарным (двухфазным) способом.

Первая модификация агрегата ХТР предназначена для приготовления теста безопасным (однофазным) способом из пшеничной и ржаной муки на жидких или прессованных дрожжах и имеет производительность до 20 т теста в сутки. В состав агрегата входят: корытообразный бродильный аппарат и одна тестомесильная машина непрерывного действия типа Х-12Д с дозировочной аппаратурой. В тестомесильную машину непрерывно дозируются мука, дрожжи, вода и прочие жидкие компоненты. Замешенное тесто поступает в корытообразный, наклонный под углом 35° бродильный аппарат. Брожение теста осуществляется при медленном его перемещении вдоль аппарата до выпускающего отверстия посредством механического побудителя – прерывисто вращающегося шнека.

Вторая модификация агрегата ХТР – для двухфазного приготовления теста (рис. 8) состоит из двухсекционного бродильного аппарата 18, двух месильных машин непрерывного действия типа Х-12Д 7 и 13 с автоматическими дозировочными станциями 8 и 14 и шнекового дозатора опары 23. Бродильный аппарат 18 представляет собой корытообразную емкость, разделенную перегородкой 22 на две секции I и II и установленную наклонно под углом 3° к горизонту. Вдоль емкости расположен на трех опорах вал 19, на котором укреплены два шнековых витка 5 и 21. Вал периодически вращается от электродвигателя 1 ($N = 2,38$ кВт; $n = 1440$ об/мин) через цилиндрический редуктор 2, зубчатую цилиндрическую передачу, кривошип 3 и храповой механизм 4.

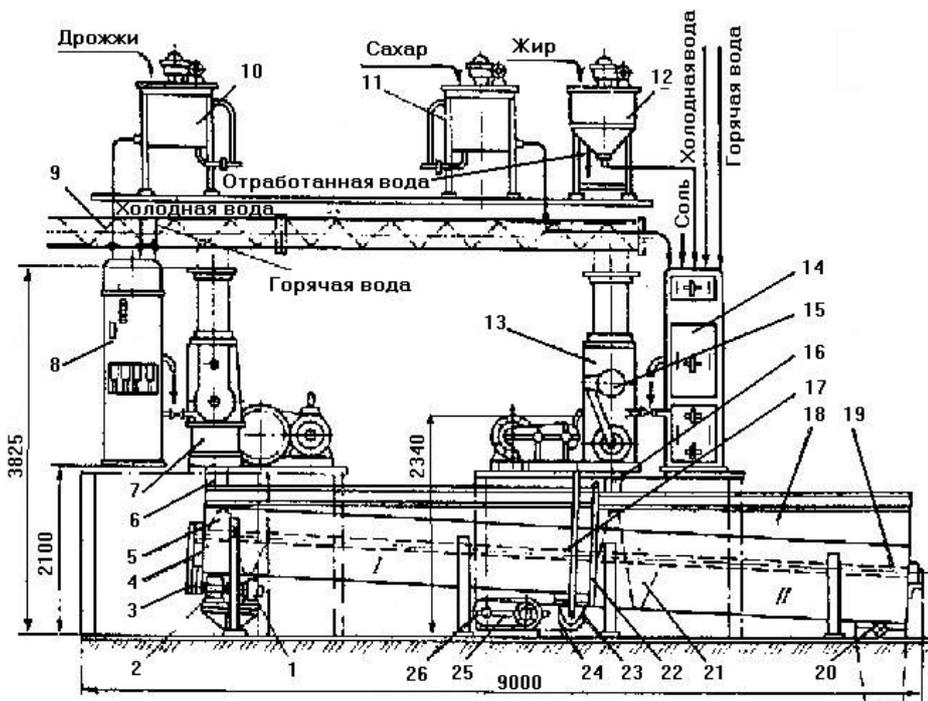


Рис. 8. Тестоприготовительный агрегат ХТР:

- 1 – электродвигатель; 2 – цилиндрический редуктор; 3 – кривошип;
- 4 – храповой механизм; 5, 21 – шнековые витки; 6 – спуск для опары;
- 7 – месильная машина; 8, 14 – дозировочные станции; 9 – шнек; 10, 11, 12 –
- подготовительные аппараты марка Х-14 и Х-15Д; 13 – тестомесильная машина;
- 15 – дозатор муки; 16 – тестоспуск; 17 – трубопровод; 18 – двухсекционный
- бродильный аппарат; 19 – центральный вал; 20 – шибер; 22 – перегородка;
- 23 – шнековый дозатор опары; 24 – цепная передача; 25 – вариатор скорости;
- 26 – электродвигатель

Дрожжи, раствор сахара и жир готовятся в аппаратах 10, 11, 12 марок Х-14 и Х-15Д и попадают в автоматические дозировочные станции 8 и 14. Мука для замеса опары и теста подается к дозаторам шнеком 9. В месильной машине 7, установленной над секцией I, непрерывно замешивается опара, которая через спуск 6 поступает в секцию I бродильного аппарата, где она бродит, медленно перемещаясь вдоль емкости под напором шнекового витка 5 и сил гравитации, возникающих в результате наклона емкости. Выброженная опара в конце секции выгружается через отверстие в днище емкости и далее шнековым дозатором 23 по трубопроводу 17 подается в тестомесильную машину 13, куда поступают мука из дозатора 15 и все жидкие компоненты из дозировочной станции 14. Шнековый дозатор-нагнетатель приводится в движение от электродвигателя 26 ($N = 1,5$ кВт; $n = 1400$ об/мин) через вариатор скорости 25 и цепную передачу 24. Количество подаваемой опары регулируется изменением частоты вращения шнека дозатора с помощью вариатора скорости 25.

В тестомесильной машине 13, установленной под секцией II, непрерывно замешивается тесто, которое через тестоспуск 16 поступает во второй отсек емкости, где оно бродит, медленно перемещаясь вдоль корыта под напором шнекового витка 21. Выброженное тесто через отверстие в днище емкости, регулируемое шибером 20, поступает в бункер тестоделительной машины. Время брожения опары и теста регулируется изменением угла поворота вала 19 с помощью храпового механизма 4. Угол поворота храпового колеса, укрепленного на валу 19, меняется с изменением величины эксцентриситета кривошипа 3. При увеличении эксцентриситета увеличивается угол поворота храпового колеса и, соответственно, угол поворота вала 19 со шнековыми витками 5 и 21, в результате время брожения сокращается; наоборот, при уменьшении эксцентриситета кривошипа время брожения увеличивается.

Основным достоинством агрегата по сравнению с другими является универсальность в самом широком смысле этого слова (замешивает пшеничное и ржаное тесто, на густых и жидких опарах или заквасках, однофазным и двухфазным способами). Недостатки агрегата ХТР, общие для всех тестоприготовительных агрегатов, перечислены в разд. 3.

Техническая характеристика тестоприготовительного агрегата непрерывного действия ХТР приведена в таблице в конце раздела.

Тестоприготовительные агрегаты для смешанного (комбинированного) приготовления теста

К агрегатам данного типа относятся И8-ХАГ-6, И8-ХАГ-12, Л4-ХАГ-4, Л4-ХАГ-6, Л4-ХАГ-13, И8-ХТА-6, И8-ХТА-12, МТИП-РМК (РМК-7) и ряд других. Все они предназначены для приготовления теста двухфазным способом на больших густых опарах (заквасках) и имеют много общего в конструкции и принципе действия. Однако имеются и различия как по размерам и производительности, так и по конструктивным нюансам. Рассмотрим наиболее характерные тесто-приготовительные агрегаты этого типа.

Тестоприготовительный агрегат И8-ХАГ-6

Общий вид и план агрегата показаны на рис. 9. Он укомплектован тестомесильными машинами 13 и 14 непрерывного действия для замеса соответственно опары и теста. Применяют машины Х-26А конструкции ВНИИХПа.

Замешенная опара подается в шестисекционный бункерный бродильный аппарат 6 по трубе 11 с помощью шнекового питателя. Выброшенная опара через отборное окно 9 поступает в дозатор опары 8 и затем по трубе в тестомесильную машину 14, в которую также дозируются мука и жидкие компоненты с помощью четырехкомпонентной дозировочной станции 3 марки ВНИИХП-0-6.

Аналогичная, но двухкомпонентная станция ВНИИХТ-0-5 применена для дозирования жидких компонентов в опару. Замешенное тесто шнеконасосом 16 по транспортной трубе 17 поступает в бункер 2 тестоделительной машины. Бункер для брожения 6 установлен на неподвижных опорах, совместно с которыми смонтировано неподвижное днище 7 с отверстиями для загрузки и выгрузки опары.

С помощью пазового уплотнения днище соединено с вращающимся бункером, привод бункера осуществляется от электродвигателя 10. Для удобства обслуживания бункера служат лестница 12 и площадка 5. Управление машинами агрегата осуществляется с помощью электропульты 15.

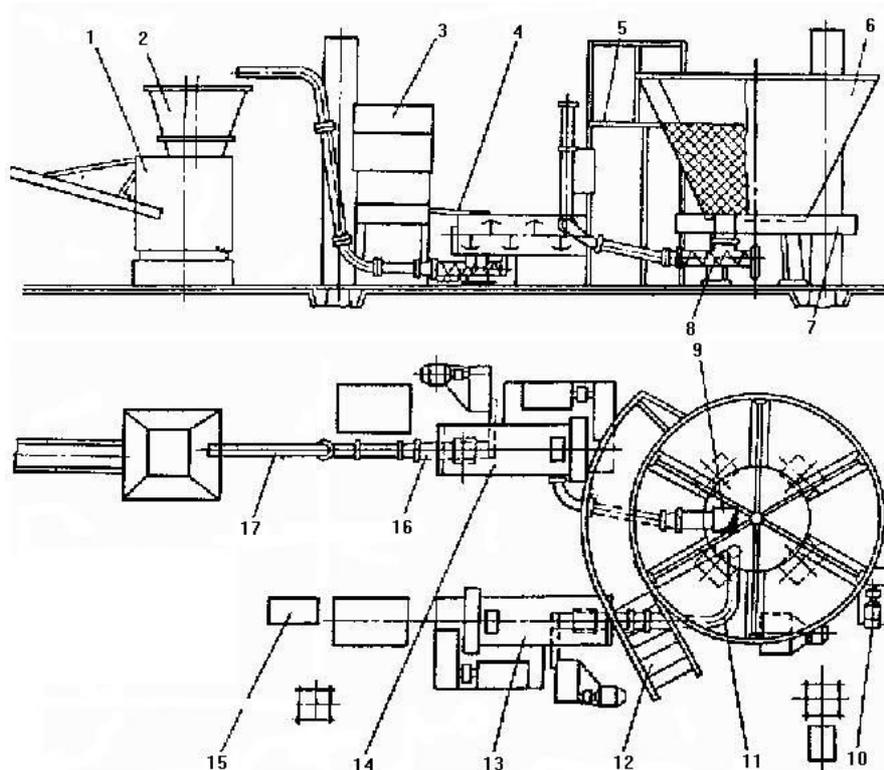


Рис. 9. Тестоприготовительный агрегат И8-ХАГ-6:

1 – тестоделитель; 2 – бункер тестоделительной машины; 3 – дозировочная станция ВНИИХП-0-6; 4 – трубопровод; 5 – площадка; 6 – бродильный аппарат; 7 – неподвижное днище; 8 – дозатор опары; 9 – отборное окно; 10 – электродвигатель; 11, 17 – транспортные трубы; 12 – лестница; 13, 14 – тестомесильные машины; 15 – электропульт; 16 – шнеконасос

В качестве бродильного аппарата в агрегате используется конический бункер, разделенный радиальными перегородками на шесть секций. При работе агрегата опара сначала заполняет первую секцию бункера, после чего он поворачивается на 60° и под загрузку устанавливается следующая секция. Когда все секции окажутся загруженными опарой, параллельно с загрузкой производят из последней секции отбор спелой опары с помощью шнекового питателя через окно 9.

Тестоприготовительный агрегат Л4-ХАГ-13

Тестоприготовительный агрегат Л4-ХАГ-13 (рис. 10) имеет такое же принципиальное конструкторское решение, как и рассмотренный выше агрегат. Он также предназначен для работы на большой густой опаре с использованием интенсивного замеса теста. Агрегат рас-

считан на комплектацию линий печами, имеющими площадь пода 50 м^2 и обеспечивающими производительность до 30 т в сутки.

В агрегате Л4-ХАГ-13 (см. рис. 10) аппарат для брожения опары 4 имеет цилиндроконическую форму, опирается на три ролика 3, размещенных на площадке обслуживания 2, покоящейся на трубчатых опорах 1. Коническая часть бродильного аппарата 13 заканчивается неподвижным плоским днищем 14, прикрепленным с помощью растяжек к трубчатым опорам. Агрегат укомплектован двумя тестомесильными машинами 11 и 12 марки ТМН-70 и автоматическими дозировочными станциями 5 и 6 для жидких компонентов. Мука подается роторным дозатором 7. Замешенная опара направляется в бродильный аппарат с помощью шнекового питателя. Тесто от тестомесильной машины подается шнековым питателем по трубе 8 в бункер 9, установленный над тестоделительной машиной 10.

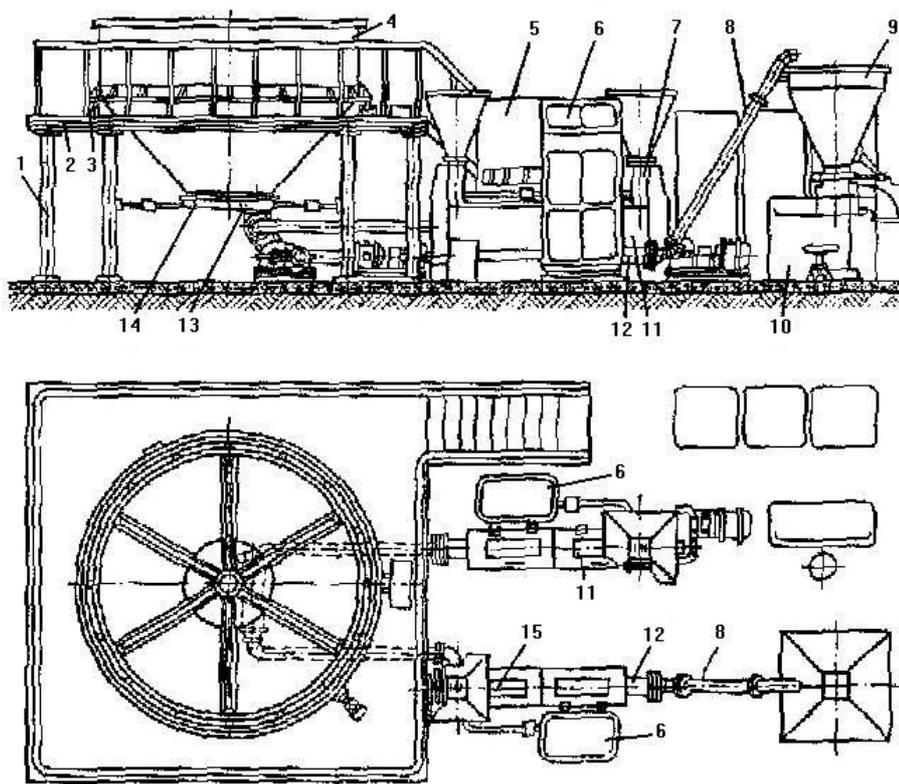


Рис. 10. Тестоприготовительный агрегат Л4-ХАГ-13:

- 1 – трубчатые опоры; 2 – площадка обслуживания; 3 – опорные ролики;
- 4 – аппарат для брожения опары; 5, 6 – дозировочные станции;
- 7 – роторный дозатор муки; 8 – питающая труба; 9 – бункер;
- 10 – тестоделительная машина; 11, 12 – тестомесильные машины марки ТМН-70; 13 – бродильный аппарат; 14 – неподвижное плоское днище

Тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-12

Тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-12 (рис. 11) оборудован бродильным аппаратом в виде стационарного шестисекционного бункера емкостью 12 м^2 и наклонным корытом для брожения теста вместимостью $2,8 \text{ м}^2$, что отличает его от рассмотренных выше агрегатов И8-ХАГ-6 и Л4-ХАГ-13. Бродильное корыто для теста установлено так, чтобы тесто из него поступало самотеком в тестоделительную машину.

Стационарный бункер 3 агрегата установлен на опорах 2. Тестомесильные машины в агрегате расположены так, что под ними размещаются лопастная нагнетатель опоры 9 и аналогичный по конструкции нагнетатель теста.

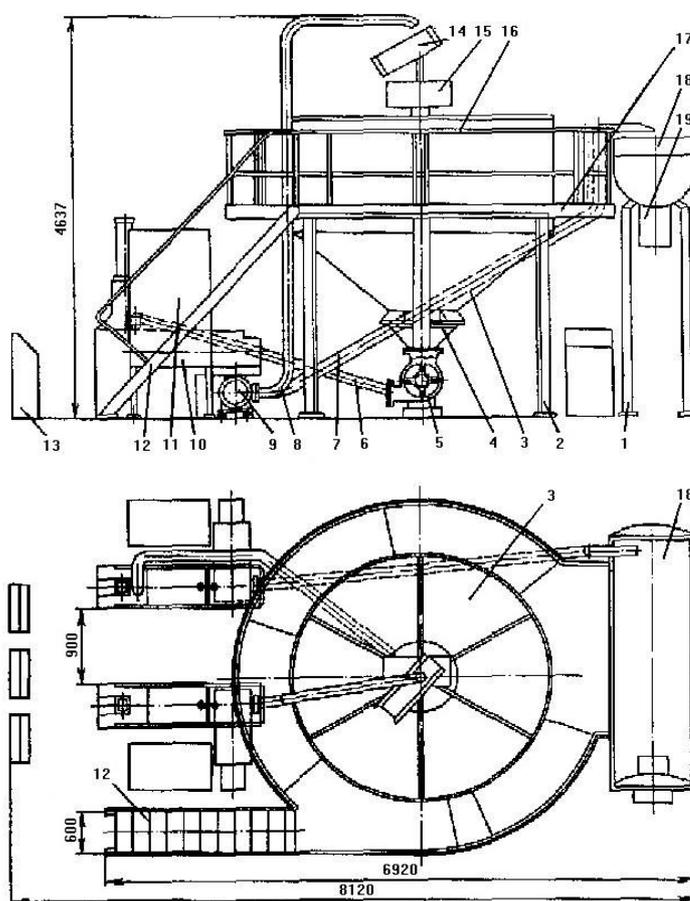


Рис. 11. Тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-12:

- 1 – трубчатые опоры; 2 – швеллерные опоры; 3 – стационарный бункер;
4 – конус; 5 – лопастной насос-дозатор; 6 – дозировочная труба; 7, 8 – транспортные трубы; 9 – лопастной нагнетатель опоры; 10 – тестомесильная машина; 11 – дозировочная станция; 12 – лестница; 13 – пульт управления; 14 – поворотный лоток; 15 – приводное устройство; 16 – ограждение; 17 – площадка для обслуживания; 18 – наклонное корыто; 19 – тестоспуск

Замешенная опара поступает в бродильный бункер по транспортной трубе 8 и с помощью распределительного поворотного лотка 14 направляется в определенную секцию бункера. Лоток закреплен на общем валу с поворотным днищем, размещенным в конусе 4. В поворотном днище имеется вырез для выгрузки опары из одной секции бункера. Приводное устройство 15 периодически по мере загрузки секций опарой поворачивает лоток и поворотное днище на один шаг и переводит загрузку на следующую секцию. Выброшенная опара с помощью лопастного насоса-дозатора 5 транспортируется по трубе 6 к машине для замеса теста. Замешенное тесто подается лопастным нагнетателем по трубе 7 в наклонное корыто 18 с тестоспуском 19, установленным на четырех опорах 1.

Тестоприготовительный агрегат И8-ХТА-12 снабжен двумя дозировочными станциями 11, площадкой для обслуживания 17 с ограждением 16 и лестницей 12. Управление работой агрегата производится с пульта 13.

Важным достоинством рассмотренных бункерных агрегатов смешанного типа является то, что они позволяют применять прогрессивную технологическую схему тестоведения на большой густой опаре (закваске) с интенсификацией замеса теста и сокращенным периодом его брожения перед разделкой, а также позволяют производить смену ассортимента без длительной остановки процесса.

Техническая характеристика бункерных тестоприготовительных агрегатов приведена в таблице в конце раздела.

Тестоприготовительные агрегаты для порционного приготовления теста

К агрегатам данного типа относятся: БАГ и БАГ-20 системы профессора Н.Ф. Гатилина и агрегаты конструкций РМКУХП Лен-облгорисполкомов с бункерными бродильными аппаратами; системы Марсакова, ВНИЭКИпродмаша, Ш2-ХБВ – с кольцевыми конвейерными бродильными аппаратами, Ш2-ХББ – с ковшовым конвейерным бродильным аппаратом и ряд других. В настоящем разделе рассматриваются агрегаты порционного типа последнего поколения, предназначенные для приготовления теста при выработке булочных изделий на концентрированных молочнокислых заквасках (КМКЗ) в

комплекте с тестомесильными машинами периодического действия РЗ-ХТИ-3, Ш2-ХТА, Ш2-ХТ2А с интенсивным замесом теста.

*Бункерные тестоприготовительные агрегаты конструкции
РМКУХП Леноблгорисполкомов*

Бункерный тестоприготовительный агрегат конструкции РМКУХП Леноблгорисполкомов (рис. 12) состоит из поворотного бродильного бункера 5 вместимостью от 3 до 6 м², имеющего от 4 до 10 секций, и тестомесильной машины 3. Бункер опирается на три ролика 11, два из которых являются приводными и вращаются от привода 10, а третий – поддерживающий. В тестомесильную машину 3 из автомукомера 2 подается мука, а из дозирочной станции 1 – жидкие компоненты теста. Замешенное тесто через тестоспуск 4 выгружается в одну из секций бродильного бункера. После заполнения секций бункер поворачивается на $1/n$ часть окружности (где n – число секций бункера) для загрузки тестом последующей секции.

После поворота бункера на $(n - 1)/n$ окружности механизм 9 открывает шибер 6 и выброженное тесто поступает в воронку 7 тестоделителя 8.

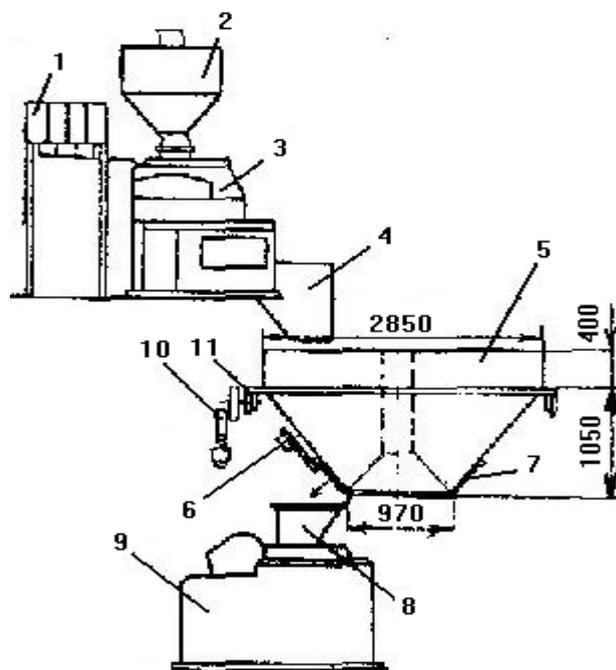


Рис. 12. Тестоприготовительный агрегат РМКУХП Леноблгорисполкомов:
1 – дозирочная станция; 2 – автомукомер; 3 – тестомесильная машина;
4 – тестоспуск; 5 – бродильный бункер; 6 – шибер; 7 – воронка; 8 – тестоделитель; 9 – блокировочный механизм; 10 – привод, 11 – ролики

Выгрузка теста из бункера может производиться непосредственно в воронку тестоделителя, а при необходимости (при различных компоновках оборудования) – в приемную стационарную воронку, из которой транспортирующим устройством (ленточным транспортером или лопастным нагнетателем) по тестопроводу тесто перемещается в наклонном направлении в воронку тестоделителя.

Кольцевой конвейерный тестоприготовительный агрегат Ш2-ХБВ

Агрегат Ш2-ХБВ (рис. 13) состоит из жесткого кольцевого конвейера 4, на котором установлены восемь съемных дежей 5 вместимостью 330 л, тестомесильной машины 3 и дежеопрокидывателя 2 (А2-ХПД). При этом подъемная площадка дежеопрокидывателя заменена специальным вилочным захватом 1 с реечным механизмом для съема дежей с кольцевого конвейера и перемещения их к дежеопрокидывателю с последующей фиксацией дежи для ее подъема и опрокидывания.

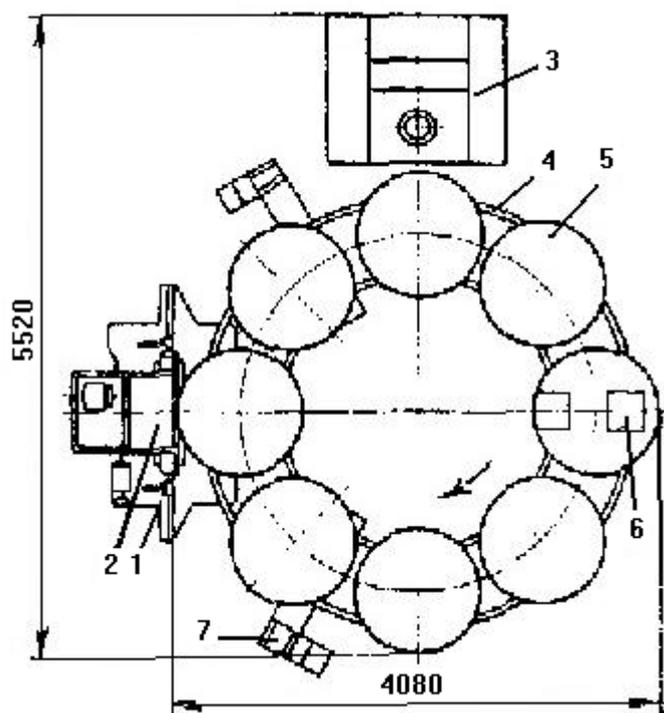


Рис. 13. Тестоприготовительный агрегат Ш2-ХБВ:

1 – вилочный захват; 2 – дежеопрокидыватель; 3 – тестомесильная машина; 4 – кольцевой конвейер; 5 – дежа; 6 – опорные ролики; 7 – привод

Кольцевой конвейер изготовлен из стали швеллерного профиля и периодически поворачивается вокруг своей оси. Кольца установлены на ролики, из которых два являются ведущими и вращаются от привода 7, а четыре – опорными 6.

В тестомесильную машину 3 подаются мука из автомукомера и жидкие компоненты из соответствующей дозировочной аппаратуры. Замешенное тесто из тестомесильной машины выгружается в дежу, после заполнения которой кольцевой конвейер поворачивается на один шаг дежей. При этом дежа с тестом перемещается на брожение, одновременно к тестомесильной машине устанавливается последующая освобожденная дежа. После перемещения дежи по кругу от тестомесильной машины до тестоопрокидывателя тесто выбраживает и дежа снимается с кольцевого конвейера для подъема и освобождения ее от теста.

Ковшовый конвейерный тестоприготовительный агрегат Ш2-ХББ

Агрегат Ш2-ХББ (рис. 14) состоит из четырех пар свободно вращающихся на отдельных пальцах цепных звездочек 5, 7, 13, 16. Пара звездочек 8 – приводные, а звездочки 14 – натяжные. На звездочки натянуты две бесконечные втулочно-роликовые цепи с шагом 140 мм, которые перемещаются по направляющим 3. К цепям шарнирно прикреплены через восемь звеньев ковши 2 с шагом 1120 мм и вместимостью 330 л. Конвейер смонтирован на каркасе Г-образной формы 4, который состоит из четырех секций. Консольная часть каркаса опирается на две стойки 11.

Привод конвейера осуществляется от электродвигателя ($N = 0,75$ кВт; $n = 1000$ об/мин) через червячный редуктор 10, цепную передачу, вращающую промежуточный вал 9, от которого через две цепные параллельные передачи вращаются приводные звездочки, укрепленные на отдельных пальцах.

Замешенное тесто из тестомесильной машины 1 выгружается в ковши для брожения. Заполненный тестом ковш перемещается на брожение, а последующий устанавливается под загрузку. В этот период при достижении механизма 12 ковш поворачивается на 145°

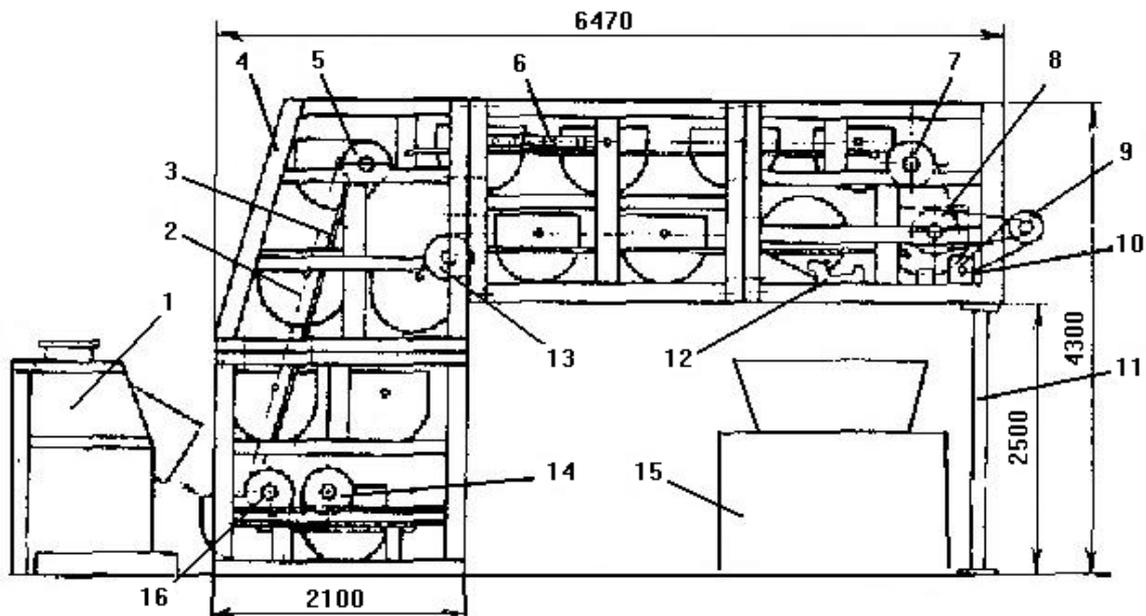


Рис. 14. Тестоприготовительный агрегат Ш2-ХББ:

- 1 – тестомесильная машина; 2 – ковши; 3 – направляющие; 4 – каркас;
 5, 7, 13, 16 – цепные звездочки; 6, 8 – приводные звездочки; 9 – промежуточный вал; 10 – червячный редуктор; 11 – стойки; 12 – поворотный механизм;
 14 – натяжные звездочки; 15 – тестоделитель

вокруг оси подвески и выброшенное тесто поступает в воронку тестоделителя 15. При необходимости увеличения времени брожения в конструкции механизма 12 предусмотрено производить разгрузку после ковша 11 или 12.

Техническая характеристика агрегата приведена в таблице.

Таблица

Техническая характеристика тестоприготовительных агрегатов

Показатель	ХТР	И8-ХАГ-6	Л4-ХАГ-13	И8-ХТА-12	Ш2-ХБВ
Производительность, кг/ч	800	600	1200	1350	500
Суммарная емкость бродильного аппарата, м ²	5,06	6	13	14,8	2,64
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	11,68	20,8	20,7	14,04	26

Окончание табл.

Показатель	ХТР	И8-ХАГ-6	Л4-ХАГ-13	И8-ХТА-12	Ш2-ХБВ
Габаритные размеры, мм:					
длина	9000	6340	10000	6920	4745
ширина	3910	4130	4300	4340	4080
высота	3625	3080	3470	4470	2570
Масса, кг	7100	6670	7500	6700	5850

6. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА БУНКЕРНЫХ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Расчет бункерных тестоприготовительных агрегатов смешанного типа заключается в определении вместимости и размеров бункера для брожения опары или закваски и воронки для тестоделителя.

Расчет бункера для брожения опары или закваски ведется на основании часового расхода муки $M_{\text{ч}}$ (кг/ч) на приготовление теста:

$$M_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{ч}} \cdot 100}{\text{в}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – производительность печи по данному сорту изделий, кг/ч;
 в – выход изделий, %.

Часовой расход муки на приготовление опары (кг/ч)

$$M_{\text{ч.о}} = \frac{M_{\text{ч}} p}{100}, \quad (2)$$

где p – количество муки на приготовление опары на 100 кг муки, расходуемой на тесто, кг.

Часовой расход муки на приготовление закваски (кг/ч)

$$M_{\text{ч.з}} = \frac{M_{\text{ч}} (p_1 + p_2)}{100}, \quad (3)$$

где p_1 – количество муки в закваске на приготовление теста на 100 кг муки, расходуемой на тесто, кг; p_2 – количество муки в закваске, направленной на возобновление закваски на 100 кг муки, расходуемой на тесто, кг.

Ритм загрузки – разгрузки секции (мин)

$$r = \frac{T_{\text{бр}}}{D - 1}, \quad (4)$$

где $T_{\text{бр}}$ – занятость секции под брожением, мин; D – число секций бункера.

Количество замешенной муки для заполнения одной секции опарой (включая муку, находящуюся в жидких дрожжах) (кг)

$$M_c = \frac{M_{\text{ч.о}} r}{60}. \quad (5)$$

Вместимость одной секции (л)

$$V_c = \frac{M_c \cdot 1000}{g}, \quad (6)$$

где g – плотность опары, кг/м³.

Общая вместимость бункера (л)

$$V_o = V_c D. \quad (7)$$

В случае, если емкость стандартного бункера недостаточна, допускается увеличение ее путем следующего расчета.

Зная необходимую вместимость бункера и задаваясь радиусом или высотой цилиндрической части бункера, можно определить его размеры.

Общий объем бункера (м³)

$$V_o = V_{\text{ц}} + V_{\text{к}}, \quad (8)$$

где $V_{\text{ц}}$ – объем цилиндрической части бункера, м³,

$$V_{\text{ц}} = \pi R^2 h_{\text{ц}},$$

здесь R – радиус бункера, м; $h_{\text{ц}}$ – высота цилиндрической части бункера, м; $V_{\text{к}}$ – объем конической части бункера, м³,

$$V_{\text{к}} = \left(\frac{\pi h_{\text{к}}}{3} \right) (R^2 + R_1^2 + RR_1),$$

здесь R_1 – радиус нижнего отверстия бункера, м; h_k – высота конической части бункера, м,

$$h_k = \operatorname{tg} \alpha (R - R_1),$$

здесь α – угол наклона образующей конической части бункера.

Для обеспечения нормального движения опары или закваски в конической части бункера при выгрузке из бункера угол должен быть не менее 50° .

Обычно принимается следующее соотношение объемов бункера для брожения опары или закваски:

$$\frac{V_{\text{ц}}}{V_{\text{к}}} = 1,6 \div 1,65.$$

Пользуясь этим соотношением, получим

$$V_{\text{ц}} = V_{\text{o}} - V_{\text{к}}; \quad V_{\text{ц}} = 1,6V_{\text{к}};$$

и

$$1,6V_{\text{к}} = V_{\text{o}} - V_{\text{к}};$$

откуда

$$V_{\text{o}} = 2,6V_{\text{к}}, \quad V_{\text{к}} = \frac{V_{\text{o}}}{2,6} = 0,384 V_{\text{o}},$$

соответственно

$$V_{\text{ц}} = 0,616 V_{\text{o}}.$$

Рекомендуется изменять стандартный объем бункера путем изменения высоты его цилиндрической части. Изменение высоты h (м) определяется по формуле

$$h = 4 \frac{(V_{\text{p}} - V)}{\pi d^2}, \quad (9)$$

где V_{p} – расчетный объем бункера, м^3 ; V – объем стандартного бункера, м^3 ; d – диаметр цилиндрической части бункера, м.

Необходимый объем емкостей (воронки) для брожения теста над тестоделителем (м^3)

$$V_T = \frac{Q_{\text{ч}} T}{60 \nu g_T}, \quad (10)$$

где T – продолжительность брожения теста, мин (принимается равной 25–40 мин); g_T – плотность теста, кг/м³.

7. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ

Отчет должен содержать (согласно заданию преподавателя):

- описание конструкции и принципа действия одного из тесто-приготовительных агрегатов;
- технологическую принципиальную схему тестоприготовительного агрегата;
- расчет тестоприготовительного агрегата.

Эскизы, схемы и чертежи выполняются карандашом либо на компьютере с соблюдением требований ЕСКД. Отчет выполняется на специальных бланках кафедры с обязательным указанием наименования лабораторной работы, даты ее выполнения, ФИО студента и номера учебной группы. Текст пишется ручкой либо печатается на компьютере.

По окончании занятия студент сдает преподавателю зачет по работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головань Ю.П., Ильинский Н.А., Ильинская Т.Н. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий. – М.: Агропромиздат, 1988. – 382 с.
2. Гришин А.С., Покатило Б.Г., Молодых Н.Н. Дипломное проектирование предприятий хлебопекарной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – 246 с.
3. Корнильев И.Б. Непрерывнодействующие машины и агрегаты для приготовления теста: Учеб. пособие. – Л.: ЛТИХП, 1986. – 51 с.

4. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование хлебозаводов и пути его совершенствования. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 208 с.

5. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий / Б.М. Азаров, А.Т. Лисовенко, С.А. Мачихин и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.

6. Хромеев В.М. Оборудование хлебопекарного производства. – М.: Высш. шк., 2000. – 315 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	1
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	3
3. НАЗНАЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.....	3
4. ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В БРОДИЛЬНЫХ АППАРАТАХ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ....	5
5. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.....	10
6. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА БУНКЕРНЫХ ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ.....	22
7. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О РАБОТЕ	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	25

Громцев Сергей Александрович
Корнильев Игорь Борисович
Громцев Александр Сергеевич

ТЕСТОПРИГОТОВИТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ

Методические указания
к лабораторной работе
по курсу «Технологическое оборудование отрасли»
для студентов специальностей 170600 и 270300
всех форм обучения

Редактор

Е.О. Трусова

Корректор

Н.И. Михайлова

Подписано в печать 27.12.2003. Формат 60×84 1/16
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,63. Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,56
Тираж 150 экз. Заказ № С 72

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9