

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 05.10.2023 13:14:38

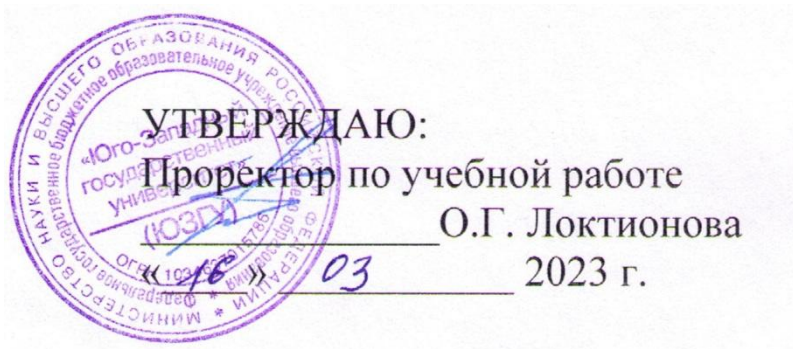
Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb775d476d79e5f1c11cabbf77c943df4e4851fd556d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра товароведения, технологии и экспертизы товаров



Технологическое оборудование макаронного производства
Методические указания по выполнению практических работ

Курск 2023

УДК 620.2

Составитель Э.А. Пьяникова

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *А.Е. Ковалева*

Технологическое оборудование макаронного производства :
методические указания по выполнению практических работ /Юго-Зап.
гос. ун-т; сост. Э.А. Пьяникова. Курск, 2023. 80 с.: Библиогр.: с.78.

Приводится перечень практических работ, цель их выполнения, краткие теоретические сведения, задания, рекомендуемая литература.

Предназначены для студентов направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл.печ.л. 5,0. Уч.- изд. л. 3,9. Тираж 50 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040 Курск, ул.50 лет Октября, 94.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Работа №1 Анализ влияния конструктивных размеров матрицы на работу макаронного прессы.	4
Работа №2 Оборудование для сушки макарон	11
Работа №3 Стабилизаторы-накопители	18
Работа №4 Производство сырых макаронных изделий длительного хранения	21
Работа №5 Оборудование для упаковки макаронной продукции	23
Работа № 6. Машинно-аппаратурная схема производства макаронных изделий.	25
Работа №7. Автоматические паточные линии фирмы «Брайбанти»	27
Работа №8. Автоматические паточные линии фирмы «Паван»	34
Работа №9. Автоматические паточные линии фирмы «Futura»	41
Работа №10. Оборудование фирмы «Боскало-Грондона»	44
Работа №11. Оборудование итальянской фирмы «Fava»	52
Работа №12. Основы расчета просеивающих машин для очистки сыпучих материалов	61
Работа №13. Расчет технологического оборудования для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием	71
Список рекомендательной литературы	78

РАБОТА № 1

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ МАТРИЦЫ НА РАБОТУ МАКАРОННОГО ПРЕССА.

Цель работы: ознакомиться с производством макарон, изучить устройство макаронных матриц и оценить влияние их конструктивных параметров на производительность машины. Занятия проводятся в малой группе.

Материальное обеспечение

Теоретические данные о устройстве макаронных матриц и конструктивные параметры производительности макаронного пресса.

Вопросы для подготовки

1. Общая характеристика технологической линии производства макаронных изделий.
2. Устройство макаронных матриц.
3. Устройство и принцип работы макаронного пресса.

Краткие теоретические сведения

Технологическое оборудование макаронного производства представляет систему машин и аппаратов, установленных в порядке технологического процесса и связанных между собой различными транспортирующими устройствами.

Условно технологическое оборудование макаронного производства можно разделить на следующие участки:

- оборудование для подготовки муки тарным или бестарным способом;
- оборудование для дозирования ингредиентов, замеса теста и формования сырых изделий;
- оборудование для резки и раскладки сырых изделий;
- оборудование для сушки, стабилизации и накопления макаронных изделий;
- оборудование для упаковки в потребительскую и транспортную тару.

В качестве сырья для макаронной продукции используют специальную муку крупку из твердой пшеницы ГОСТ 12307-66 или муку из мягкой стекловидной пшеницы ГОСТ 12306-66 и возможно использование муки хлебобулочной высшего сорта ГОСТ 26574-84.

Насыпная плотность специальной макаронной муки 600–650 кг/м³, хлебобулочной 550–600 кг/м³.

Крупка или полукрупка имеют повышенную текучесть и не образуют сводов в бункерах хранения муки. Для ее перемещения на производство из склада БХМ используют в основном пневмотранспорт.

Допускается при изготовлении макаронных изделий использовать яичные, молочные и другие добавки.

По линейным размерам макаронные изделия подразделяются на два типа: короткие и длинные свыше 200 мм, короткие подразделяются на подтипы, выработанные прессованием или штамповкой (последний способ менее распространен).

По сечению макаронные изделия подразделяются: на нитевидные – вермишель, ленточные – лапша и трубчатые – макароны, рожки, перья и т.д.

Участок производства макарон состоит из: шнекового пресса, режущего устройства, двух сушилок — предварительной и окончательной, накопителя - стабилизатора и транспортирующих механизмов. Для коротких макарон после пресса устанавливается виброподсушиватель.

Некоторые особенности технологического процесса макаронных изделий заключается в следующем. Мука и вода дозируются согласно рецептуре непрерывно в тестосмеситель макаронного пресса.

Макаронное тесто замешивается более крутым, чем хлебопекарное и состоит из муки и воды с температурой 35–45 °С, возможны обогатительные и вкусовые добавки (яичные, молочные, овощные, витаминные и т. п.). Такие добавки обычно смешиваются с водой, идущей на замес теста. Предварительное смешивание добавок производится на специальных эмульсионных установках.

Такая установка включает смеситель, насосы, баки-сборники. Бак-сборник имеет водяную рубашку для подогрева смеси до температуры 45 °С.

При замесе макаронного теста используется гораздо меньшее количество воды, 20–27 л на 100 кг муки, чем при замесе хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные компоненты муки — крахмал и белок. Поэтому макаронное тесто после выхода из тестосмесителя представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошки, а не связанную пластичную массу.

Чем больше влаги в тесте, тем оно более пластично и, следовательно, легче поддается формованию. Однако менее влажное тесто имеет крошковатую структуру без крупных комков, хорошо заполняет межвитковое пространство шнековой камеры. Из него получают сырые изделия, хорошо сохраняющие форму, не мнущиеся и не слипающиеся. В зависимости от влажности различают три типа замеса: твердый - влажность теста 28...29%; средний - влажность теста 29,1...31% и мягкий - влажность теста 31,1...32,5%. Разрыхлители в виде дрожжей, а также соль отсутствуют.

Макаронное тесто получают в две стадии: перемешивание в смесителе (рыхлая масса из крошки и небольших комочков плотностью 700-730 кг/м³) и последующее уплотнение в шнеках до плотноспрессованной массы плотностью до 1300 кг/м³. Продолжительность смешивания составляет около 20 мин. Если макароны готовят из хлебопекарной муки, время замеса составляет 9-10 минут из макаронной муки 13-16 минут.

При приготовлении теста обязательно производят вакуумирование при остаточном давлении 10-40 кПа в шнеке или (в смесителе последний более эффективней). Удаление воздуха предотвращает окисление и разрушение пигментных веществ группы каротиноидов, придающих изделиям желтый цвет. Кроме того, наличие пузырьков воздуха в готовых изделиях вызывает их растрескивание в процессе сушки.

В смесителе масса теста занимает 2/3 объема. Для набухания клейковины и лучшей проработки, время смешивания может меняться, для чего регулируется наклон поворота лопаток (комочки теста отбрасываются назад), кроме того, могут быть установлены пальцы, толкатели.

Частота вращения вала ~ 50—75 об/мин. Условно делят «замес» по влажности 28—29% (твердый), 29,5—31,0% (средний), 31,5—32,5% (мягкий)

Макаронные прессы.

Шнековые и макаронные прессы выполняют весь комплекс технологических операций по производству сырых макаронных изделий: прессы дозирования ингредиентов, замес теста и формования сырых изделий. Подразделяют на шнековые — непрерывного действия и гидравлические — периодического (последние в настоящее время не применяются). Могут быть с одним, двумя смесителями и

одношнековые, двух или четырехшнековые. Производительность промышленных прессов от 350 до 2000 кг/час и более.

В промышленности работают прессы ЛПЛ-2М и итальянских фирм «Брайбанти», «Паван», «Фава», швейцарской «Бюллер» и др.

Движение по шнековой камере теста условно разделяют на 2 зоны: перемещение шнеком рыхлого теста и уплотнение, на 3-4 последних витках шнека, далее подача теста к головке и круглой матрице или к тубусу и прямоугольной матрице.

Как правило, используется однозаходный шнек с трехзаходной насадкой для уплотнения теста и равномерной подачи на матрицы.

В корпусе шнековой камеры по всей длине аксиально расположены канавки, уменьшающие закручивание и перетирание теста. Рабочее давление в шнеке составляет 9–12 МПа. Пусковой момент на 10–25 % выше.

Шнековый пресс работает следующим образом: мука и вода отмеривается дозаторами в смеситель, где валом с лопатками, компоненты смешиваются в комковатую массу, которая поступает в прессующую камеру. Камера шнека имеет продольные канавки. В конце камеры смонтирована водяная рубашка для охлаждения теста. Для вакуумирования теста имеется вакуумное устройство. Шнек нагнетает тесто в прессовую головку, откуда оно через сменную матрицу выпрессовывается и отрезается режущим механизмом. Для предотвращения слипания изделий имеется обдувочный механизм, подающий воздух цеха со всех сторон из специального кольцевого устройства.

Матрица — основной рабочий орган прессы, форма и профиль формирующих отверстий, которой определяют тип и вид макаронного изделия. Подразделяются на круглые и прямоугольные (тубусные) с отверстиями различного профиля. Изготавливают из прочных антикоррозийных материалов бронзы-БрАЖ9-4, латуни-ЛС59-1, стали-Х18Н9Т. Круглые матрицы используют для формования любых видов макаронных изделий, прямоугольные - для формования длинных макаронных изделий. Для увеличения прочности тонких матриц (22 и 28 мм) используют подкладные и накладные колосники. Матрица высотой 60 мм имеет необходимую прочность и используется без колосника.

Формующие отверстия матриц подразделяются на два типа: без вкладышей — для формования нитеобразных и лентообразных изделий; с вкладышами — для формования трубчатых и фигурных

изделий. Для формования ленты применяются матрицы с щелями длиной до 600 мм и шириной 1,2 мм. После формования тестовая лента раскатывается до 1 мм и подается на штамповую машину.

Отверстия для вкладышей в матрицах имеют три разных диаметра, на заплечики входного устанавливаются двух-трех опорные вкладыши. Вкладыши изготавливают из того же металла, что и матрица, для исключения гальванической коррозии.

Для уменьшения адгезии теста на стенках формирующих отверстий устанавливают специальные вставки из фторопласта.

Очистка матриц от теста осуществляется на специальных моечных машинах, с предварительным отмачиванием в ваннах в течение 10-12 часов и температурой 40–50 °С.

Участок производства макарон состоит из: шнекового пресса, режущего устройства, двух сушилок – предварительной и окончательной, накопителя стабилизатора и транспортирующих механизмов. Возможны различные компоновки оборудования для короткорезанных макарон, может быть включена виброподсушка.

Макаронное тесто замешивается более крутым, чем хлебопекарное и состоит из муки и воды с температурой, как правило, 50-65 °С возможны обогатительные и вкусовые добавки (яичные, молочные, овощные, витаминные и т.п.). Такие добавки обычно смешиваются с водой идущей на замес теста. При замесе макаронного теста используется гораздо меньшее количество воды, чем при замесе хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные компоненты муки – крахмал и белок. Поэтому макаронное тесто после выхода из тестосмесителя представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошек, а не связанное пластичное тело.

Матрица – основной рабочий орган пресса, подразделяются на круглые и прямоугольные (тубусные) с отверстиями различного профиля. Изготавливают матрицы из прочных антикоррозийных материалов бронзы БрАЖ9-4; латуни – ЛС 56-1; стали – Х18Н9Т. Круглые матрицы используют для формования любых видов макаронных изделий, прямоугольные – для формования длинных макаронных изделий. Для увеличения прочности тонких (22 и 28 мм) используют подкладные и накладные колосники. Матрица высотой 60 мм имеет необходимую прочность и используется без колосников.

Формирующие отверстия матриц подразделяются на два типа: без вкладышей – для формования нитеобразных и лентообразных изделий;

с вкладышами для формования трубчатых и фигурных изделий.

Для формования тестовой ленты применяются матрицы с щелями длиной до 600 мм и шириной 1,2 мм. После формования тестовая лента подается на штампающую машину.

Отверстия для вкладышей в матрицах имеют два разных диаметра, на заплечики меньшего устанавливаются вкладыши. Вкладыши должны быть из того же металла что и матрица, для того чтобы не возникала гальваническая коррозия.

Возникают специальные вставки из фторопласта, тефлона. Вкладыши обеспечивают необходимую форму изделий и выпускаются трехпорными, двухпорными, серповидными и т.п.

Задания

Задание 1. Рассчитать производительность макаронного пресса.

Условно принимаем, что на прессе ЛПШ вырабатываются длиннотрубчатые макароны, с последующей сушкой в кассетах. Исходя из этого, можно принять круглую матрицу с пропускной способностью Пм, см. таблицу вариантов.

Данные вариантов представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Варианты для расчета

Конструктивные параметры	Варианты										
	Размерность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пропускная способность матрицы, Пм	кг/ч	450	430	420	400	390	380	360	350	340	320
Размеры длиннотрубчатых макарон d1 d2	мм	7,0	7,0	7,5	7,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
		4,8	4,6	4,8	4,6	4	3,8	3,6	3,8	3,6	3,8
Влажность теста, w	%	28	28,5	28,8	30,0	30,5	30,8	31,0	31,5	32	30,8

Остальные данные работы макаронного пресса условно принимаем:

- скорость выхода теста $v = 1,2 \text{ см/с}$;
- плотность теста $\rho = 1330\text{--}1450 \text{ кг/м}^3$;
- величина заплечика в матричном кольце, на который опирается матрица $b = 15 \text{ мм}$;

- коэффициент живого сечения матрицы $k_f=0,137-0,203$.

Необходимо определить диаметр матрицы.

В основу расчета положены формулы производительности прессы и числа отверстий в матрице из соображений возможности размещения нитей изделий в кассете.

Π_ϕ – пропускная способность одного формующего отверстия, кг/ч;

$$\Pi_\phi = f_\phi \cdot \rho \cdot v, \quad (1.1)$$

где f_ϕ – площадь живого сечения формующего отверстия, мм²;

$$f_\phi = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2), \quad (1.2)$$

Число отверстий определяют из соотношения

$$n = \frac{\Pi_M}{\Pi_\phi}, \quad (1.3)$$

где Π_M – пропускная способность матрицы, кг/ч.

Рабочую площадь матрицы F можно определить по формуле

$$F = \frac{f_B \cdot n}{k_f}, \quad (1.4)$$

Диаметр матрицы определим по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi} + \frac{2B}{M}}, \quad (1.5)$$

Производительность прессы определяется по формуле

$$\Pi_\Pi = \frac{v \cdot f_B \cdot n \cdot \rho (100 - W_T)}{(100 - W_M)}, \quad (1.6)$$

где W_T – влажность теста 28–32%;

W_M – влажность готовых макарон 13%.

Вопросы для контроля знаний

1. Дайте характеристика технологической линии производства макарон.
2. Матрица – это?
3. Как определить диаметр матрицы?
4. Как определить производительность прессы?

РАБОТА №2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СУШКИ МАКАРОН

Цель работы: изучить особенности сушки макаронных изделий и оборудование для сушки макарон.

Материальное обеспечение

Каталоги на оборудование макаронного производства

Краткие теоретические сведения

Сушка макаронных изделий является самой длительной и ответственной стадией процесса производства. Это сложный тепло-массообменный процесс, от которого зависит качество продукта.

При сушке макароны из пластического состояния медленно превращаются в упругое хрупкое тело. Для сохранения качества и уменьшения времени сушки этот процесс разделен на 2 этапа: предварительный — интенсивное удаление влаги (повышенная температура), до тех пор, пока макароны сохраняют пластичность при влажности W 22–20%; и окончательный медленное удаление влаги до конечной влажности W 12–13%, когда макароны приобретают упругие свойства.

Для равномерного удаления влаги кассеты или бастуны с продуктом в окончательной сушилке проходят вентилируемые и невентилируемые - зоны отволаживания, что обеспечивает равномерное распределение влагосодержания продукта по всему сечению продукта.

В зависимости от температуры воздуха используют три основных режима конвективной сушки макаронных изделий:

- традиционные, низкотемпературные режимы, когда температура сушильного воздуха не превышает 50 °С;

- высокотемпературные режимы, когда температура воздуха на определенном этапе сушки достигает 70...90 °С;
- сверхвысокотемпературные режимы, когда температура воздуха превышает 90 °С.

При высокотемпературных и сверхвысокотемпературных режимах сушки, когда температура воздуха превышает соответственно 70 °С и 90 °С, макаронные изделия остаются в пластическом состоянии вплоть до 16...13% влажности (в зависимости от температуры). В этом случае критическая влажность изделий, т.е. момент перехода материала из пластического состояния в упругое снижается практически до влажности готовых макаронных изделий. Поэтому возникает возможность использования таких режимов на всем протяжении сушки, что значительно сокращает ее продолжительность, однако в этом случае для исключения растрескивания следует соблюдать условия стабилизации и охлаждения.

Высокотемпературные режимы способствуют улучшению качества изделий по ряду показателей:

- цвет изделий становится более светлым по сравнению с изделиями традиционной сушки;
- улучшаются варочные свойства макаронных изделий, сокращается продолжительность варки до готовности, снижается клейкость сваренных изделий, улучшается их консистенция;
- происходит практически полная пастеризация макаронных изделий и ликвидируются условия для развития опасных для здоровья человека микроорганизмов.

В малых и средних предприятиях и наиболее распространенной является низкотемпературная сушка, как не требующая специального автоматического оборудования и приборов.

Шкафная сушилка ВВП-1 периодического действия, представляет собой камеру, открытую с одной стороны для загрузки кассет. В ее верхней части расположен кожух, в котором установлены осевой реверсивный вентилятор, с электродвигателем и коллектором, для направления воздуха в вертикальный канал.

В камере устанавливаются 156 двойных или 312 одинарных кассет. По ширине камера вмещает 3 ряда кассет, по высоте — 26; по длине двойных кассет вмещается 2 ряда, одинарных — 4 ряда. Рабочий объем сушильной камеры около 2 м³.

Крыльчатка вентилятора находится в специальном коллекторе обтекаемой формы, направляющем поток воздуха в вертикальный

канал. Это уменьшает нежелательные завихрения воздушного потока и позволяет равномерно распределять воздух по сечению камеры. Коллектор создает благоприятные условия для работы вентилятора и способствует повышению его КПД. Зазор между крыльчаткой вентилятора и внутренним диаметром коллектора должен быть 2,5...3,5 мм.

Кассеты с макаронами поступают, от установки для резки и раскладки или от разделочного стола, на конвейере или в вагонетках, в сушильное помещение и штабелируются в сушильной камере. Реверсивный вентилятор вращается в одну сторону, забирает воздух из цеха с температурой около 30 °С и влажностью 60—70% и, направляя его по вертикальному воздушному каналу, нагнетает его под давлением 0,15...0,2 кПа через слой изделия. Затем вентилятор кратковременно останавливают и вновь включают, но при этом он вращается в обратную сторону. Изменение направления воздушного потока в сушильной камере позволяет более равномерно высушить продукт по глубине и сечению шкафа. Общая продолжительность процесса сушки 14...16 ч.

Кассеты с высушенными макаронами вынимают и направляют в фасовочное отделение, а шкафы вновь заполняют сырыми изделиями. Шкафы в сушильных помещениях устанавливают, как правило, в две линии, загрузочной стороной друг к другу и с необходимым проходом между ними (2...3 м) для загрузки и выгрузки.

При сушке в лотковых кассетах происходит неравномерная усадка изделий, что приводит к искривлению изделий во время сушки, значительно снижает их качество и увеличивает расход тары на упаковку.

Основным недостатком шкафных сушилок является невозможность регулирования параметров сушильного воздуха. Поэтому, сушка в них осуществляется без учета изменений структурно-механических свойств макарон в процессе сушки. Существенными недостатками данного способа сушки являются также затраты ручного труда и тяжелые условия труда в сушильном отделении — повышенные влажность и температура. Однако этот способ сушки макарон не требует сложного дорогостоящего оборудования и больших производственных площадей. Поэтому он получил достаточно широкое распространение при выработке макаронных изделий в небольших цехах.

Сушилка, как правило, состоит из сушильной камеры, вентиляторов и трубопроводов приточно-вытяжной системы, калорифера для подогрева воздуха (водяной, паровой).

Сушилки подразделяются на конвейерные (непрерывного действия) и шкафные (периодического).

Изделия могут располагаться на лентах, в кассетах, ячейках, на бастунах, рамках.

Широкое распространение получила «сушка» в кассетах т.к. этот процесс не требует сложного оборудования, больших производственных площадей.

Недостатком является наличие ручного труда и возможное искривление макарон.

Правильный влажностный и температурный режим с зонами отволаживания проще поддерживать в автоматических поточных линиях.

Наряду с шкафными сушилками в промышленности работают туннельные сушилки. ЛС-2А двухтуннельная сушилка предназначена для сушки макарон в кассетах. Кассеты укладываются в 38 стопок по 22 кассеты в высоту на два конвейера.

Сушильный туннель разделен на две зоны: первая со стороны входа в туннель — зона предварительной сушки, включает два шкафа; вторая — зона окончательной сушки, включает десять шкафов. Зоны сушки отделены друг от друга перегородкой, а для прохода кассет служат створки. В обеих зонах сушильного туннеля поддерживается необходимая температура (35...41 °С) и окончательная влажность воздуха (55...75%).

Сушилка имеет 29 электроприводов, из которых 24 установлены на вентиляторах, общей мощностью 39 кВт. Длина сушилки около 30 м, а производительность 9 т/сут.

Туннельная сушилка для сушки длинных макаронных изделий на бастунах работает в линиях Б6-ЛМВ, ЛМГ и фирм «Брайбанти», «Паван» и др. Сушилка разделена на предварительную зону и окончательную.

Сушилка имеет туннель с наружной и внутренней обшивкой (теплоизоляция-пенопласт ФРП-1), вентиляторы (4 шт), верхние вентиляторы (2 шт), нижние калориферы, конвейер цепной с зубцами для бастунов, бастуны. Каркас имеет двери и оконные проемы, движение воздуха осуществляется сверху вниз, что способствует

сохранению формы изделий; движение конвейеров периодическое совпадающее с работой саморасклада.

Окончательная сушилка аналогична предварительной, и отличается системой перемещения бастунов и пятиярусным конвейером.

Туннель имеет 4 камеры сушки, между которыми расположены камеры отволаживания (без вентилятора).

Проходя из камеры в камеру воздух подогревается калориферами и удаляет влагу из изделий; в камерах отволаживания испарения влаги из изделий нет и в них происходит перемещение влаги от внутренних слоев к внешним. Такой пульсирующий режим позволяет осуществлять сушку при повышенной сушильной способности воздуха, без растрескивания макарон.

Движение цепных конвейеров согласовано с гребенчатыми, на которых имеются предохранительные муфты.

Система вентиляции сушилок работает с частичной рециркуляцией сушильного воздуха, регулировка осуществляется заслонками.

Для развешивания длинных изделий на бастунах в туннельных сушилках установлен саморазвес.

Саморазвес работает следующим образом: изделия, выпрессовываемые из матрицы двумя прядями, огибают обдуватель и опускаются, пересекая горизонтальную линию движения бастунов. Прерывистое движение бастунов, совершаемое с помощью рычажно-кулачкового механизма, необходимо для образования определенной длины формуемых изделий. После того как изделия достигнут нужной длины, т. е. опустятся ниже находящихся в покое бастунов, два пустотелых цилиндра, укрепленных на рычагах, придут в движение и, описав дугу, оттянут верхнюю половину пряди на другую сторону бастунов. В это время верхние ножи-отсекатели отрежут изделия от основной пряди.

Отрезанные изделия падают и повисают на бастунах вдоль их второй стороны. Цепь начинает движение, унося загруженные бастуны и подавая на их место порожние. Концы изделий, опускаясь, попадают в сферу непрерывно вращающихся нижних ножей, которые подранивают нижние концы изделий.

Для максимального использования мощности сушилок линии необходимо, чтобы изделия на бастунах имели одинаковую длину 500 мм и как можно меньше сырых концов при подрезке. Для этого

должно соблюдаться соответствие периода работы саморазвеса со скоростью формования изделий.

Для сушки короткорезанных изделий применяют также сушилки ленточного типа СПК-4Г-45 (90) с сушильной площадью 45 и 90 м².

Сушилка имеет пять сетчатых конвейеров, раскладчик, ворошитель, установленный на трех верхних конвейерах. Внутри каждого конвейера имеется калорифер подогрева воздуха. Воздух направляется сверху вентилятором, установленном в вытяжном кожухе с заслонкой. Сушилка имеет термометры и психрометры.

Слой изделий на сетке конвейера не более 40 мм. Воздух перемещающийся снизу вверх имеет параметры: температуру 50–60 °С и 55–65 °С, влажность от 30% до 50% соответственно. Скорость конвейеров понижается от верхнего к нижнему с 0,438 м/мин до 0,25 м/мин.

Достоинством является простота конструкции и компактность. Недостатком то, что используется режим сушки с повышающейся сушильной способностью воздуха, т. е. нижние более сухие изделия обдуваются более сухим воздухом, что не обеспечивает выработку качественного продукта и отсутствие теплоизолирующих панелей приводит к значительным тепловым потерям.

Задания

Задание 1. Поясните как происходит изменение структурно-механических свойств макарон в процессе сушки?

Задание 2. Дать характеристику традиционной и высокотемпературной сушки. Отметит их преимущества и недостатки. В чем преимущества высокотемпературной сушки макарон перед традиционной.

Задание 3. Реверсирование воздуха в сушилках. С какой целью проводится реверсирование воздуха в сушилках.

Задание 4. Дать описание конвейерных и шкафных сушилок. В чем отличие конвейерных и шкафных сушилок для макаронных изделий?

Задание 5. Дать описание процесса сушки в тоннельных сушилках. Поясните как проводится процесс сушки в тоннельных сушилках?

Контрольные вопросы (тесты)

1. Какое начальное и конечное влагосодержание макаронных изделий до и после сушки? а) 45 и 10%; б) 30 и 17%; в) 30 и 13%; г) 20 и 10%.

2. Какой метод сушки используется в сушилке ЛС-2А? а) радиационно-конвективный; б) вибрационный; в) высокотемпературный; г) конвективный.

3. Для какого ассортимента применяется сушилка СПК?

а) длинных макарон; б) мотков и гнезд; в) перьев и мелких изделий типа «суповые засыпки»; г) короткорезанных макаронных изделий.

4. От каких параметров зависит продолжительность сушки макаронных изделий? а) давление воздуха в сушилке; б) температуры воздуха и скорости движения воздуха; в) влажности воздуха; г) температуры и относительной влажности воздуха, скорости воздушного потока.

5. Какой наиболее эффективный режим сушки используется в современном сушильном оборудовании для макаронной продукции?

а) низкотемпературный; б) высокотемпературный; в) сверхвысотемпературный; г) радиационно-конвективный.

РАБОТА №3

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАКОПИТЕЛИ

Цель работы: изучить стабилизаторы-накопители применяемые для макаронного производства.

Материальное обеспечение

Каталоги на оборудование макаронного производства

Краткие теоретические сведения

Для передачи макаронных изделий на упаковку необходимо понизить их температуру до температуры цеха 30–35 °С с сохранением влажности 12–13%. Для этой технологической операции применяют стабилизаторы-накопители.

При интенсивном охлаждении за 10–15 мин (обдувка воздухом) ухудшается качество готовых изделий, в конечном итоге может происходить растрескивание макарон, поэтому необходимо медленное охлаждение с учетом равновесного влагосодержания воздуха и продукта.

Другой основной функцией стабилизатора-накопителя является возможность накапливать продукцию в течение вечерней и ночной смен работы линии, а упаковку проводить только в дневную смену.

Стабилизаторы-накопители подразделяются: непрерывного действия — конвейерные и периодического — бункерные.

Для простого охлаждения продукта до температуры цеха могут применяться виброохлаждатели.

Накопитель-стабилизатор периодического действия, предназначен для стабилизации короткорезанных изделий. Он имеет пять бункеров с верхней загрузкой и верхним выбросом теплого воздуха.

Бункера изготовлены из листовой стали, с наклонным днищем и вибрлотком; загрузочный ленточный конвейер со сдувателем, воздухопровод с вытяжной вентиляцией соединен с циклоном разгрузителем.

Аналогичное назначение и устройство имеет накопитель-стабилизатор Б6-ЛСВ.

К конвейерным стабилизаторам-накопителям относится стабилизатор Б6-ЛОВ.

Он имеет каркас из металлических щитов двух охлаждающих конвейеров для стабилизации, наклонного конвейера с поперечными планками, для загрузки короткорезанных изделий, вентиляторов, отводящего конвейера, поворотной заслонки, наклонных щитков с мелкими отверстиями для продувки макарон, поступающих на конвейеры. Привод имеет муфту переключения движения конвейеров, работающих индивидуально. Лентами конвейера являются нейлоновые сетки. Высота слоя продукта до 600 мм. Скорость загрузочного конвейера $V = 0,2$ м/мин, т. е. больше чем у охлаждающих 0,012 м/мин. Заслонка, поворачиваясь, осуществляет поочередную загрузку конвейеров.

Охлаждение длинных макаронных изделий осуществляется в кассетах или на бастунах в зависимости от типа сушилок. Одним из таких устройств является накопитель-стабилизатор Б6-ЛМГ в линии Б6-ЛМВ. Он состоит из конвейера, механизмов распределения со специальными планками, шести горизонтальных охлаждающих конвейеров, имеющих направляющие для поддержки бастунов, конвейера загрузки, ловушек для бастунов, самих бастунов.

Бастуны с высушенными макаронами температурой до 50°C поднимаются вертикальным конвейером загрузки и планками механизма распределения переключаются на один из (любой) горизонтальных конвейеров, который начинает двигаться. После заполнения он останавливается автоматически, а перекладка продолжает осуществляться на другой с помощью другой планки. Конвейер с остывшими изделиями включается одновременно с конвейером загрузки. Бастуны с охлаждающего конвейера, по одному, соскальзывают на ловушки, откуда подхватываются люльками конвейера загрузки. Затем бастуны подаются к машине для съема и резки изделий. Одновременно можно загружать и разгружать конвейера, одновременная загрузка и разгрузка одного конвейера не допускается.

Накопитель не имеет системы обогрева и вентиляции. Для обеспечения необходимой влажности и температуры в каркасе предусмотрены отверстия закрытые шиберами. В помещении технологический кондиционер поддерживает влажность 60-65% и температуру $25-30^{\circ}\text{C}$.

В линиях «Бассано» на сушилках и стабилизаторах используют качающиеся кассеты (для длинных и коротких изделий) с которых в

люльки стабилизатора макароны пересыпаются; для охлаждения используются вентиляторы с батареями холодной воды.

В линии «Брайбанти» для короткорезанных изделий стабилизатор-накопитель бункерный — 8 шт по 4 м³, внутри для плавной, равномерной загрузки установлена труба с наклонными плоскостями образующими змейку с заслонками.

Имеется конвейер загрузки перемещающийся по рельсам от бункера к бункеру и разгрузочные конвейеры (2 шт) с вибробункерами.

При работе участков и линий небольшой производительности используются поточные на 500 кг/час или шахтные виброохлаждители на 1200 кг/час, где в приводе применен кривошипно-шатунный механизм для направленной вибрации и имеются вентиляторы для продувки макарон воздухом.

Задания

Задание 1. Назначение и устройство накопителя-стабилизатора Б6-ЛСВ.

Задание 2. Назначение и устройство конвейерного стабилизатора-накопителя Б6-ЛОВ. Охлаждение длинных макаронных изделий в кассетах или на бастунах (устройств - накопитель-стабилизатор Б6-ЛМГ в линии Б6-ЛМВ).

Задание 3. С какой целью в производстве макарон производится стабилизация и накопление продукции?

Задание 4. В чем отличие стабилизаторов от виброохлаждителей для макаронных изделий?

Задание 5. В чем отличие бункерных от конвейерных стабилизаторов-накопителей?

Контрольные вопросы (тесты)

1. С какой целью в технологическом потоке используют стабилизаторы-накопители макаронных изделий?

а) для досушки макаронных изделий; б) для охлаждения макаронных изделий; в) для накопления и хранения макаронных изделий; г) для равномерного охлаждения и накопления продукции в течение ночной и вечерней смены.

2. С какой целью устанавливаются виброохлаждители после сушки?

а) виброохладители устанавливаются только для снижения температуры после сушки; б) виброохладители обеспечивают повышение производительности оборудования; в) виброохладители обеспечивают повышение качества макаронной продукции.

3. Какое минимальное время отводится для стабилизации короткорезанной макаронной продукции после сушки?

а) сутки; б) 12 часов; в) 18 часов; г) 4 часа.

4. Как осуществляется стабилизация длиннорезанной макаронной продукции?

а) на лентах; б) в кассетах; в) на бастунах.

5. Какие типы накопителей для короткорезанной макаронной продукции получили наибольшее распространение?

а) ленточные; б) барабанные; в) кассетные; г) бункерные.

РАБОТА №4

ПРОИЗВОДСТВО СЫРЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Цель работы: изучить особенности производства сырых макаронных изделий длительного хранения, изучить оборудование применяемое для сырых макаронных изделий длительного хранения.

Материальное обеспечение

Каталоги на оборудование макаронного производства

Краткие теоретические сведения

В последние годы в большинстве стран имеет место постоянный рост производства и потребления макаронной продукции как традиционного вида (сухие), так и в виде сырого полуфабриката.

Основным недостатком сырых макаронных изделий, упакованных в герметичную упаковку, например, полимерные пакеты, является кратковременный срок их хранения: не более 1 суток в помещении и не более 7 суток в холодильнике из-за высокой активности воды – порядка 0,9–0,96 ед. и быстрого развития бактерий и плесени в продукте.

Для увеличения срока хранения макаронных изделий в сыром виде применяют главным образом пастеризацию t 95–97 °С или замораживание при температуре – 1 °С, при этом продукт хранится до

30 суток. С увеличением глубины замораживаются до -4°C срок хранения удлиняется до 180 суток. Этот способ наиболее экономически выгоден для сырых изделий из теста с начинкой (пельмени, ravioli и т.п.). Кроме замораживания с целью удлинения сроков хранения изделий в сыром виде применяется тепловая обработка, упаковка под вакуумом, в контролируемой газовой среде и некоторые другие.

Например, термообработка упакованных сырых изделий в течение 10–20 мин после формования при температуре $120\text{--}130^{\circ}\text{C}$ обеспечивает сохранность таких изделий в герметичной упаковке до 60–90 суток.

Выгодным и перспективным особенно для мелких цехов, является производство сырых макаронных изделий, отмеренных небольшими порциями по 200 г в упаковку из влагопроницаемого материала, например, картонные коробки или бумажные пакеты.

При хранении в домашних условиях происходит постепенное самовысыхание изделий в такой упаковке, после чего они могут храниться длительный срок.

На схеме представлены технологические стадии производства сырых макаронных изделий длительного хранения:

дозирование ингредиентов ® смешивание ингредиентов ® формование сырых изделий ® пастеризация сырых изделий паром ® подсушка сырых изделий ® охлаждение сырых изделий ® упаковка изделий. Далее возможно два направления обработки для увеличения сроков хранения:

1. Хранение изделий в холодильнике до 30 суток.
2. Пастеризация изделий в упаковке ($95\text{--}94^{\circ}\text{C}$) ® охлаждение изделий ® ® хранение изделий до 90 суток в помещении.

Задания

Задание 1. На каких машинах производится предварительная и окончательная термическая обработка вермишели? Дать полное описание.

Задание 2. На какой и каком органе производится формование вермишели? Дать полное описание.

Задание 3. На какой машине происходит формование блока вермишели для дальнейшей ее упаковке? Дать полное описание.

Задание 4. В чем разница (технологическая операция) между первичной и окончательной термической обработкой. Дать полное описание.

Контрольные вопросы (тесты)

1. Какой дополнительный процесс при замесе теста имеется в производстве вермишели быстрого приготовления по сравнению с традиционным для макаронных изделий? а) интенсивное смешивание теста; б) тепловая обработка теста; в) расстойка теста.

2. Какие дополнительные ингредиенты, кроме воды, дозируются для приготовления теста? а) яичные обогатители; б) бульонная основа; в) сиропная основа.

3. Какое количество валковых групп, кроме ламинатора используют при раскатке теста для вермишели быстрого приготовления? а) две; б) четыре; в) пять; г) семь.

4. Что является определяющим фактором при получении брикета при резке тестового пласта? а) скорость вращения ножей; б) ширина пласта; в) плотность пласта.

5. Какова должна быть толщина тестового пласта (мм) на выходе из последней валковой группы? а) 0,1 – 0,5; б) 0,8 – 1,0; в) 1,8 – 2,0; г) 2,5 – 3,0.

6. С какой целью проводится подсушка макаронных изделий после прессования при производстве сырых макаронных изделий? а) устранить шероховатость поверхности; б) исключить слипание; в) подогреть продукт.

7. С какой целью упаковка сырых изделий проводится в газовой среде или в вакууме? а) уменьшить склеивание; б) снизить влажность; в) обеспечить сохранность.

8. Какая оптимальная масса дозы рекомендуется при упаковке сырых изделий (г)? а) 50 – 100; б) 200 – 250; в) 400 – 500; г) 800 – 1000.

РАБОТА №5 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УПАКОВКИ МАКАРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель работы: изучить оборудование для упаковки макаронной продукции.

Материальное обеспечение

Краткие теоретические сведения

При хранении довольно быстро изменяются их физико-химические и потребительские свойства, что приводит к ухудшению внешнего вида, качества и даже полной потере ценности. Под влиянием факторов окружающей среды макаронные изделия усыхают, крошатся или наоборот увлажняются и также плесневеют. В этой связи изделия целесообразно после из производства упаковывать.

Этот процесс обеспечит сохранность и длительность хранения пищевого продукта и одновременно является реальным для осуществления лучшего сбыта продукции.

В качестве упаковочного материала для макаронной продукции используют полипропилен (ПП), поливинилхлорид (ПВХ), полиэтилен (ПЭ), бумага, картон и комбинированные упаковочные материалы.

Полипропилен - пленка идеальна для использования на всех типах упаковочных машин, и особенно широко используется для упаковки макаронной продукции.

Упаковка макаронных изделий зависит от вида изделий — коротких и длинных.

Для коротких изделий можно применять упаковочные машины вертикального типа Б-201, Б-220 фирмы «Бестром». Они упаковывают изделия в пакеты из полипропилена и полиэтилена и т. п. В аналогичные материалы упаковывает автомат А5-ЛРБ.

Для упаковки коротких макарон в картонную коробку предназначена машина А5-ЛЛГ-1. Длинные изделия упаковываются в картонные коробки на машине ЕЛО-60 или ЕЛС-500 фирмы Замбони. В настоящее время существует ряд отечественных форм производящих упаковочное оборудование для макарон. Это «Бестром», «Термопак», АОАП «ЭМЗ», НПФ «ТЕКО» и ряд других.

Задания

Задание 1. С какой целью проводится упаковка макаронных изделий?

Задание 2. Перечислите какие упаковочные материалы используются для упаковки?

Задание 3. В чем отличие комбинированных упаковочных материалов от традиционных?

Задание 4. Какие типы упаковочных машин используются для упаковки макаронных изделий?

Контрольные вопросы (тесты)

1. С какой целью упаковываются хлебобулочные изделия?
 - а) для повышения сохранности продукции; б) для улучшения качественных показателей продукта; в) для снижения затрат в производстве.
2. Назовите наиболее значимые функции при упаковке хлебобулочных изделий:
 - а) удобство использования, б) распределение товаров; в) защитные и рекламно-информационная.
3. В чем преимущество применения двухслойных пленок?
 - а) улучшение прозрачности; б) увеличение прочности; в) увеличение прочности и пластичности.
4. Назначение экологической маркировки на упаковке:
 - а) для вторичной переработки упаковки; б) для увеличения покупательной способности продуктов; в) для охраны окружающей среды.
5. Какие способы термосваривания полимерных материалов применяются в упаковочных машинах?
 - а) холодное; б) горячее; в) импульсное; г) горячее и импульсное.

РАБОТА №6

МАШИННО-АППАРАТНАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: познакомиться с машинно-аппаратурной схемой производства макаронных изделий. Занятия проводятся в малых группах.

Краткие теоретические сведения

Машинно-аппаратурная схема производства короткорезанных макаронных изделий представлена на рисунке 6.1.

Муку доставляют автомуковозами и с помощью материалопровода 7 от приемного щитка 6 пневмотранспортом подают в силосы 5, снабженные тензометрическими взвешивающими устройствами. Силосы снабжены системой аспирации, состоящей из

вентилятора 1, встряхивающего фильтра 2, циклона-разгрузителя 3 и воздухопроводов 8. С помощью шнековых дозаторов 4 муку из различных силосов можно смешивать в нужных пропорциях шнеком 19. После прохождения просеивателя 18 мука, с помощью роторного питателя 16 подается воздухом от вентилятора 17 в виде аэрозоля в тестосмесительное отделение, где отделяется от транспортирующего воздуха в циклоне 9 и направляется в тестосмеситель 11. Сюда же с помощью дозатора 10 из расходного бака 12 поступает эмульсия. Бак оборудован терморегулирующей рубашкой. Эмульсию готовят в смесителе 14, откуда она насосом 13 перекачивается в расходный бак. Вода поступает в смеситель через терморегулятор 15. Вода добавляется

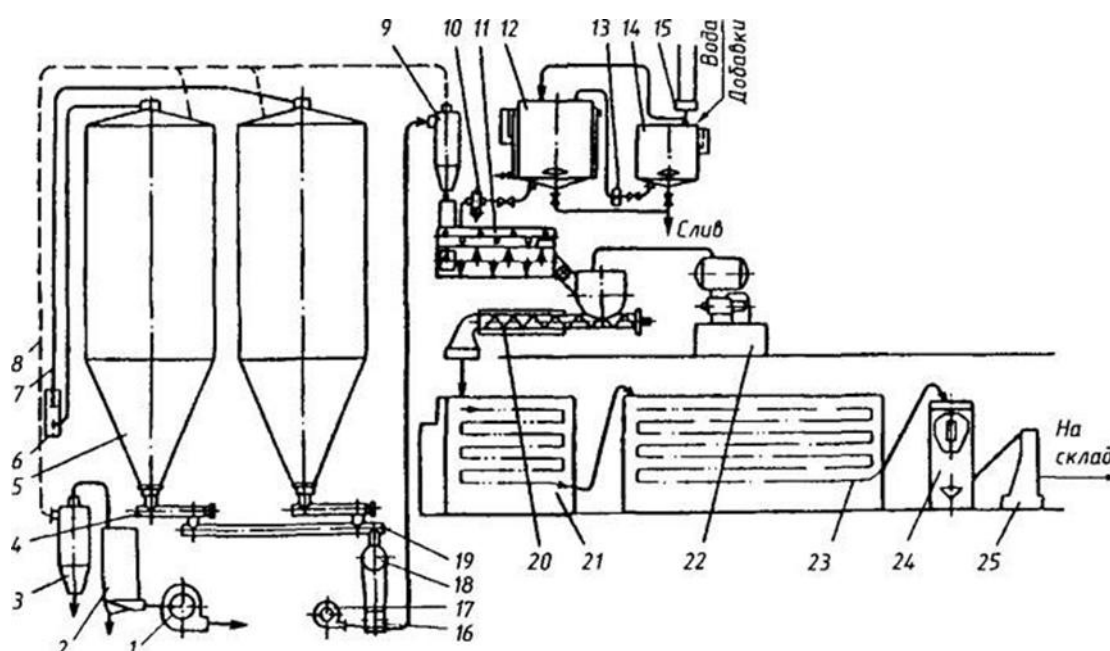


Рисунок 6.1 - Машинно-аппаратурная схема производства макаронных изделий

Тестосмеситель 11 разделен на три отдельные камеры, через которые последовательно проходит тесто. В последней емкости тесто вакуумируют с помощью насоса 22. Затем тесто поступает в пресс 20. Отформованные сырые макаронные изделия для предотвращения слипания при выходе обдуваются воздухом. Специальное устройство режет изделия, и они насыпью поступают сначала в камеру предварительной сушки 21, а затем — в камеру окончательной сушки 23, где поддерживается определенный тепловой режим. После сушки нагретые изделия выдерживают в накопителях-стабилизаторах 24, где они постепенно остывают до комнатной температуры и где

происходит выравнивание влагосодержания.

Готовые изделия подаются в упаковочный автомат 25, снабженный весовым устройством. Макароны фасуют в коробки из тонкого картона, целлофановые или полиэтиленовые пакеты. После упаковки в короба и маркировки готовая продукция отправляется на склад.

Задания

Задание 1. Изучить машинно-аппаратурную схему производства макаронных изделий.

Задание 2. Проанализировать оборудование, применяемое для производства макаронных изделий.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику машинно-аппаратурной схеме производства макаронных изделий.

2. Перечислите оборудование для производства макаронных изделий.

РАБОТА №7 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПАТОЧНЫЕ ЛИНИИ ФИРМЫ «БРАЙБАНТИ»

Цель работы: изучить автоматические паточные линии фирмы «Брайбанти».

Краткие теоретические сведения

Известно, что продолжительность замеса макаронного теста определяется двумя факторами: достижением равномерного распределения воды по всей массе теста и скоростью проникновения влаги внутрь частиц муки. Чем в более диспергированном, распыленном виде подается вода в месильное корыто, тем быстрее и более равномерно она распределяется по всей массе теста, т.е. целесообразно подавать воду в корыто в разбрызганном состоянии, а именно, в виде множества мелких струек или в распыленном виде, как, например, в устройстве для предварительного увлажнения муки перед замесом теста, разработанном в Японии (об этом подробно

описано в [1]).

Результатом научных разработок, применяемых на новых видах оборудования, созданного в научно-исследовательском центре объединения «Брайбанти», является вертикальный пропитыватель «VORTEX» (рис. 7.1 и 7.2).

«VORTEX» состоит из трех главных частей: цилиндрической вертикальной камеры пропитывания, вращающегося вала с рядом лопастей и сопл распылителей для равномерного распыления воды.

Вал, вращаемый с помощью электродвигателя, расположен вертикально внутри камеры пропитывания. Лопасти, посаженные на вал под определенным углом, за счет вращения вала создают внутри камеры вихрь, поддерживая таким образом продукт во взвешенном состоянии. Вода, атомизированная с помощью сопел, идеальным образом соединяется с твердыми частицами, находящимися во взвешенном состоянии, которые, увеличив таким образом свой вес, выходят из камеры агломерации. Операция пропитывания происходит в течение нескольких секунд. Полученный в результате агломерат является исключительно однородным и обладает характеристиками гомогенности.

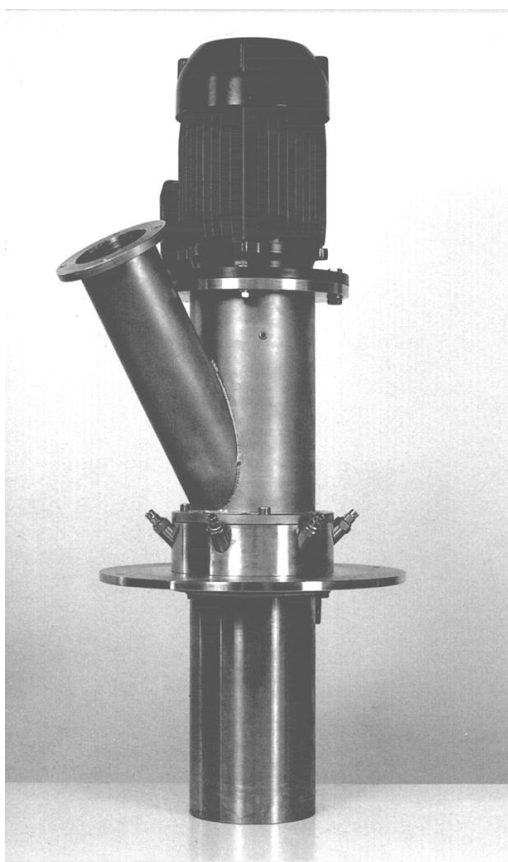


Рисунок 7.1 - Вертикальный пропитыватель «VORTEX»

В настоящее время фирма «Брайбанти» выпускает ряд новых

линий с усовершенствованными установками для сушки по производству длинных макаронных изделий производительностью до 4000 кг/ч. В установках для сушки используются высокотемпературные режимы, что позволяет уменьшить время сушки и улучшить качество изделий. Технические данные новых линий представлены на рис. 7.3 – 7.5

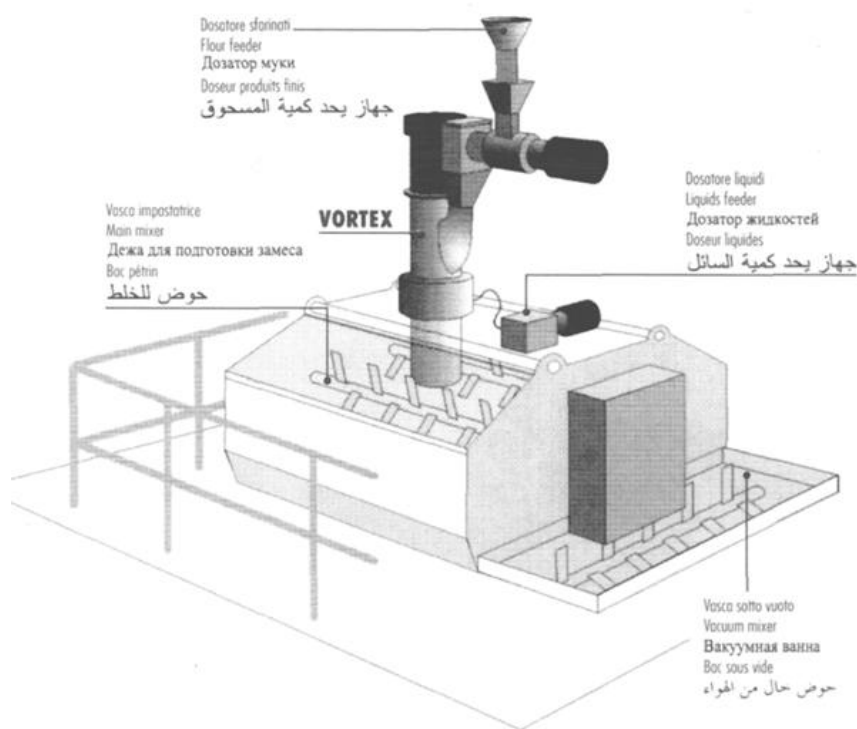


Рисунок 7.2 - Схема установки пропитывателя на прессе

Автоматическая поточная линия включает шнековый макаронный пресс «Кобра» с агрегатом вакуумного насоса, режущий автомат саморазвес двойной, сушилку с зонами предварительной и окончательной сушки, стабилизации и охлаждения изделий, камеру для накопления и стабилизации высушенных изделий, машину для съема изделий с бастунов с механизмом резки, механизм для автоматического возвращения бастунов от самосъема к саморазвесу.

В верхней части зоны предварительной сушки, представляющей собой тоннель, установлены вентиляторы и калориферы. Макароны изделия на бастунах продвигаются вдоль тоннеля.

На стадии предварительной сушки температура сушильного воздуха постепенно увеличивается до максимального значения: с 45 °С на первом этапе стадии предварительной сушки (влажность изделий 29 %), затем до 60 °С, 70 °С, и на последнем этапе предварительной сушки – до 80 °С (влажность изделий 19 %).

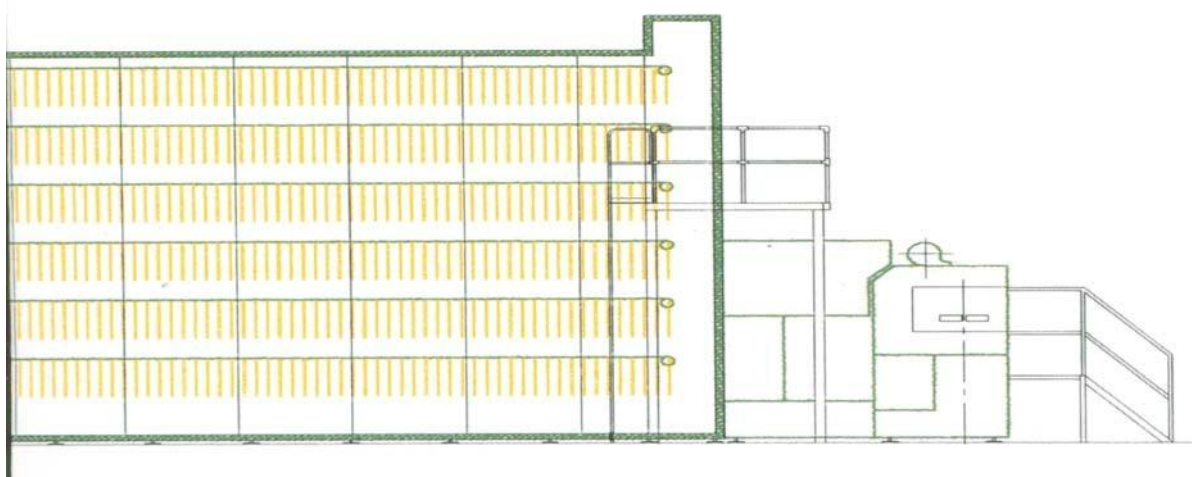
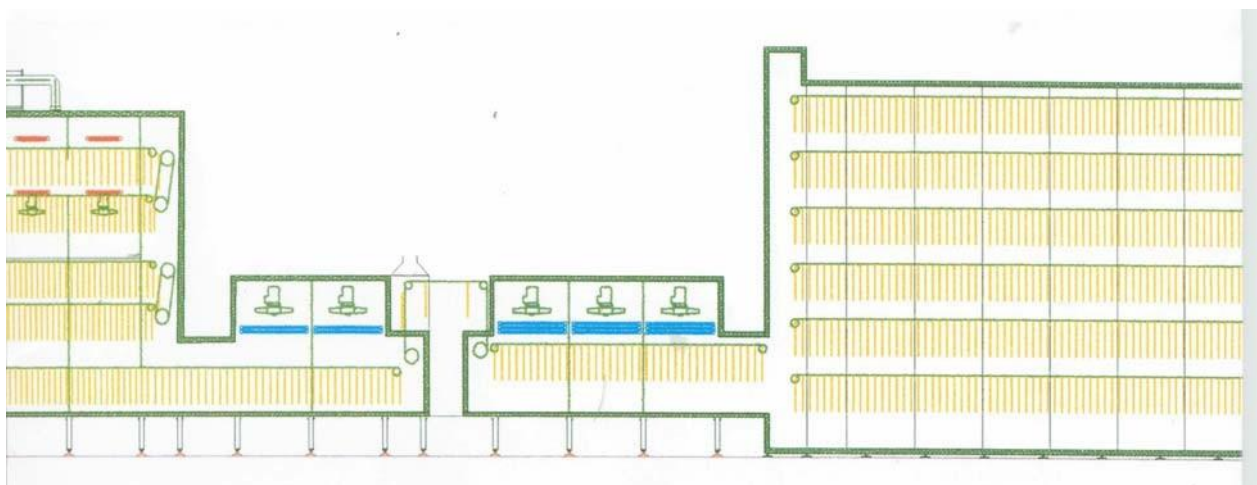
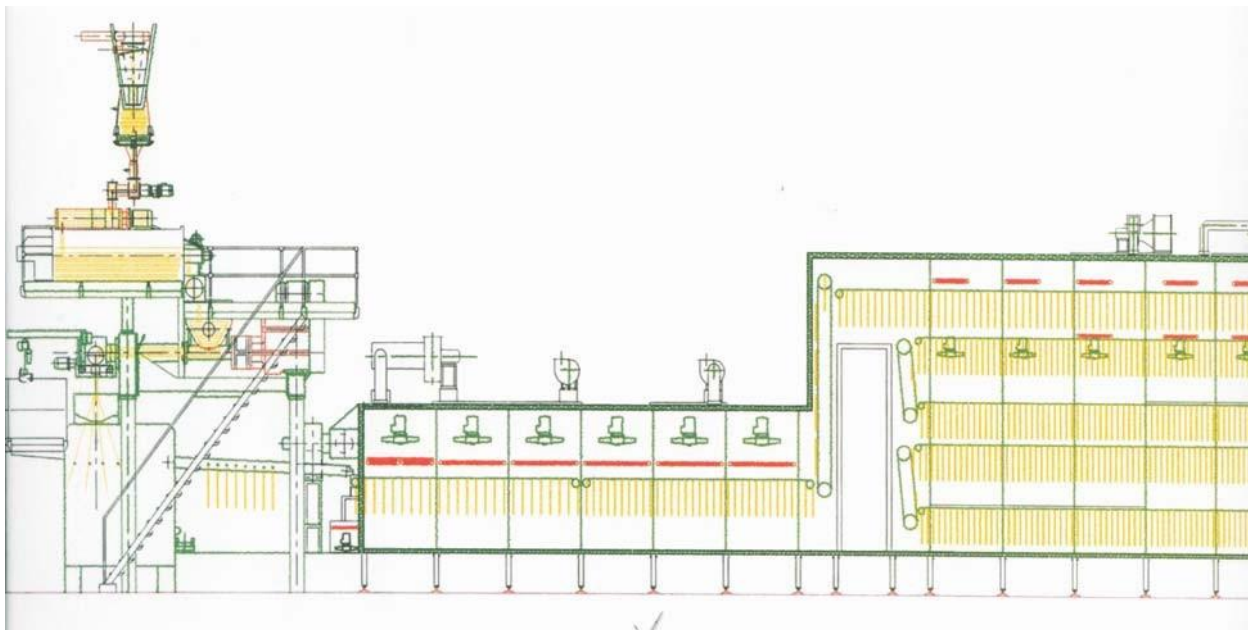


Рисунок 7.3 - Автоматическая поточная линия фирмы «Брайбанти» для производства длинных макаронных изделий

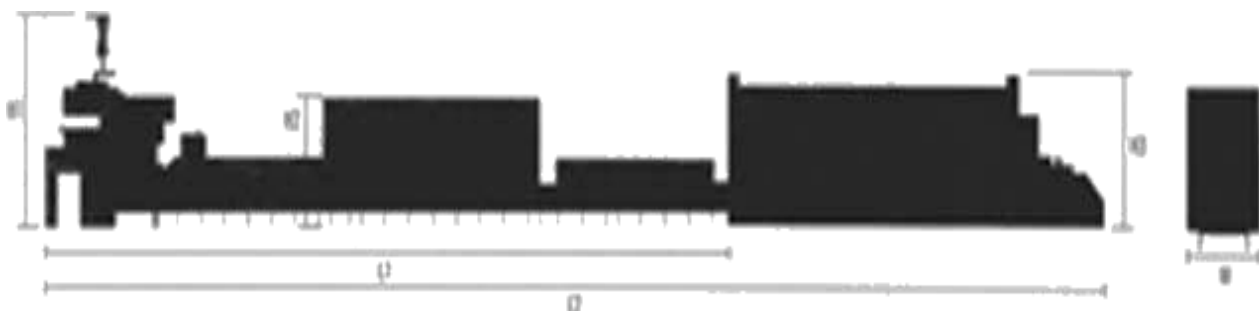


Рисунок 7.4 - Схема линии фирмы «Брайбанти» для производства длинных макаронных изделий

Окончательная сушка и стабилизация изделий осуществляются в пятиярусном тоннеле с движением воздуха сверху вниз. Изделия из зоны предварительной сушки поступают на верхний, сушильный ярус. Здесь температура сушильного воздуха постепенно повышается – 80 °С, 85 °С (влажность изделий снижается до 15 %), 90 °С (влажность изделий снижается до 12,5 %).

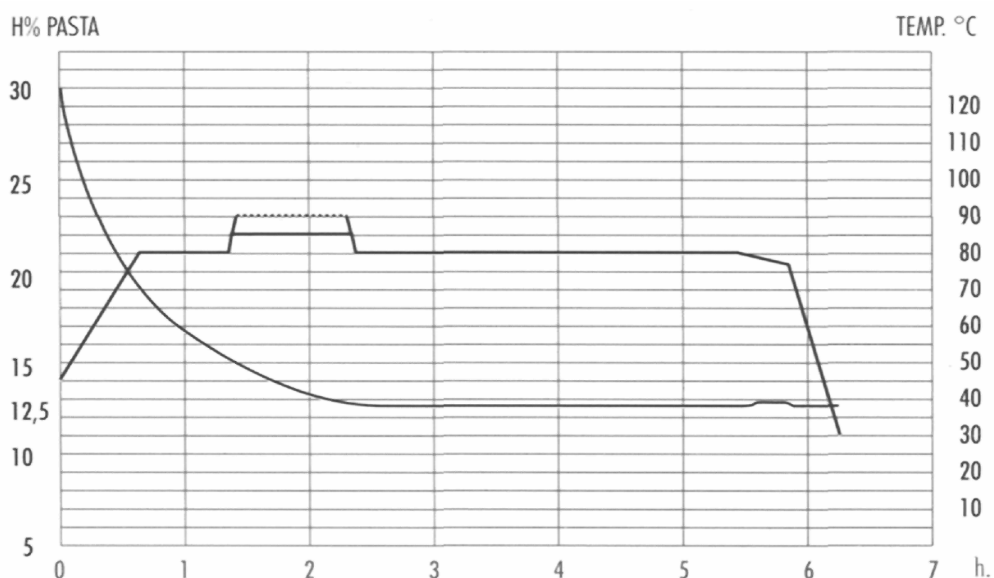


Рисунок 7.5 - Параметры сушки

Доля влаги, испаряемой из изделий в зоне сушки (3-4 %), позволяет поддерживать влажность воздуха в зоне стабилизации на требуемом уровне (82 %), не прибегая к подаче в камеру дополнительного пара. Нагрев воздуха в сушилке осуществляется калориферами, установленными в ее верхней части. Контроль и регулирование температурно-влажностных параметров осуществляется программируемой системой «Ротроник».

На нижних четырех ярусах происходит стабилизация высушенных изделий – выравнивание влажности в толще изделий до

устранения градиента влажности. Процесс осуществляется при температуре 80 °С.

Охлаждение стабилизированных изделий без дальнейшего испарения из них влаги осуществляется в двух зонах: при помощи обдувки изделий воздухом в первой – температурой 75, во второй – 28 °С. При этом строго соблюдается соответствие относительной влажности воздуха при данных температурах равновесной влажности изделий на уровне 12,5 – 13,0 %.

Общая продолжительность рабочего цикла сушилки составляет 6 ч, в том числе: 40 – 50 мин – предварительная сушка, 110 – 120 мин – окончательная сушка, 170 – 180 мин – стабилизация и 20 – 30 мин – охлаждение.

На сегодняшний день фирма поставляет новые линии по производству коротких макаронных изделий TСMB/Flexidryer производительностью от 750 кг/ч до 5000 кг/ч с использованием высокотемпературных режимов сушки. Схемы и технические данные таких ли- ний представлены на рис. 7.6 – 7.8.

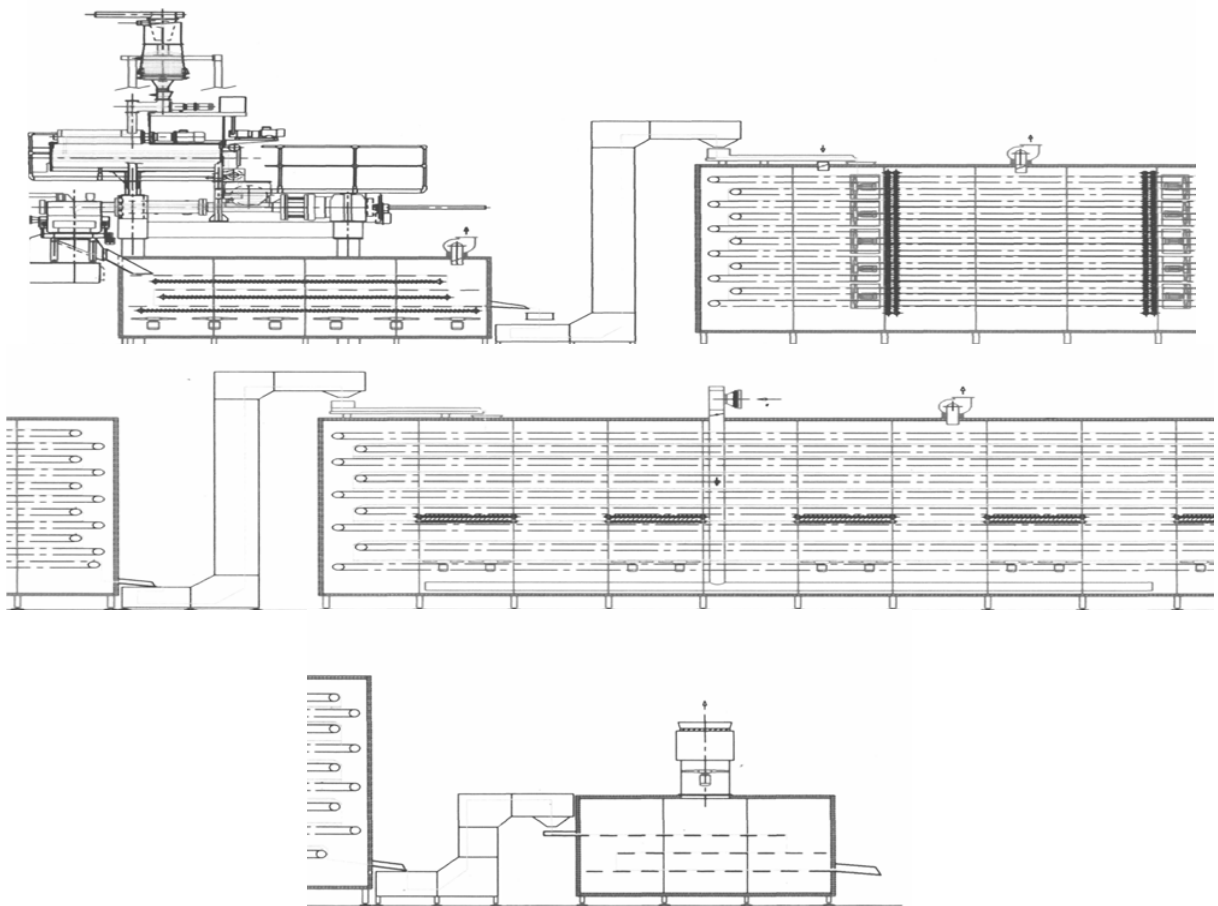


Рисунок 7.6 - Автоматическая поточная линия фирмы «Брайбанти» для производства коротких макаронных изделий

В линии предполагается два этапа сушки.

Предварительная сушилка характеризуется наличием множества взаимосвязанных коротких ярусов, мощной вертикальной вентиляцией, интенсивным вращением изделий при переходе с одного яруса на другой, что позволяет достичь высокого качества продукции на стадии предварительной сушки. Продукция продувается мощным потоком воздуха посредством смешанной поверхностно-пронизывающей системы.

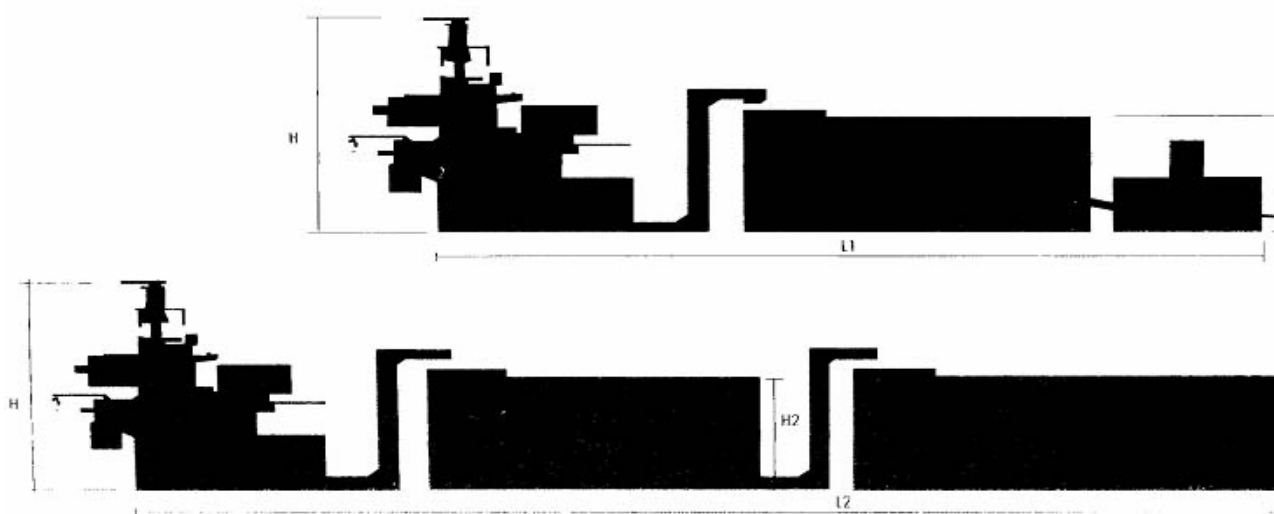


Рисунок 7.7 - Схема линий фирмы «Брайбанти» по производству коротких макаронных изделий

Вентиляционное оборудование расположено вертикально по бокам сушилки. В качестве режима сушки здесь используется одна из разновидностей режима температурной инверсии: после начального этапа предварительной сушки при температуре 60 °С изделия прогреваются до температуры 87-88 °С в течение около 40 мин. При этом поддерживается высокая относительная влажность сушильного воздуха – на уровне 90 %. На этом этапе происходит понижение значений влажности продукта с 30 до 20 % в короткий промежуток времени.

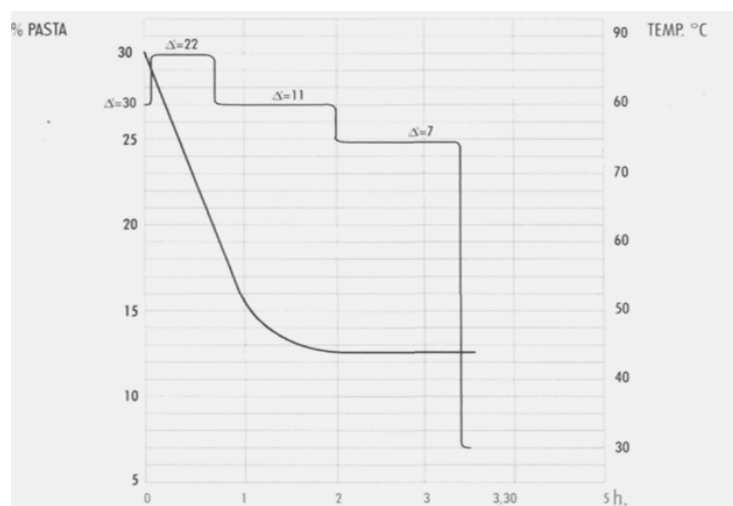


Рисунок 7.8 - Параметры сушки

Задания

Задание 1. Опишите принципиальные особенности работы вертикального пропитывателя «VORTEX».

Задание 2. Представить технологические особенности линий с усовершенствованными установками для сушки по производству длинных макаронных изделий производительностью до 4000 кг/ч.

Задание 3. Особенности линии по производству коротких макаронных изделий TСMB/Flexidryer производительностью от 750 кг/ч до 5000 кг/ч с использованием высокотемпературных режимов сушки.

Задание 4. Дать техническую характеристику разновидностей изучаемых автоматизированных паточных линий по производству длинных и коротких макарон фирмы «Брайбанти».

РАБОТА №8 АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПАТОЧНЫЕ ЛИНИИ ФИРМЫ «ПАВАН»

Цель работа: изучить работу автоматической поточной линии фирмы «Паван» для производства длинных макаронных изделий в виде мотков и гнезд производительностью 10 т в сутки.

Краткие теоретические сведения

Автоматическая поточная линия фирмы «Паван» для производства длинных макаронных изделий в виде мотков и гнезд

производительностью 10 т в сутки (рисунок 8.1) включает: шнековый макаронный пресс Р-600, машину для производства мотков «Паван» МТ-60, машину для производства гнезд «Паван Супермид», предварительную сушилку TR-59, окончательную сушилку TR-62, накопитель готовых изделий.

Вермишель или лапша, выпрессованные через прямоугольную матрицу в виде пряжи, попадают в машину для производства мотков или в машину для производства гнезд.

Машина для производства мотков «Паван» МТ-60 обеспечивает возможность изготавливать мотки в виде гребня из любого вида вермишели и лапши (узкой, широкой).

Предварительная сушилка TR-59 является одноярусной ленточной.

Гнезда или мотки из машин непосредственно укладываются на нейлоновую ленту транспортера, армированную овальными профилями из дюрала. Рабочая ветвь нейлоновой ленты опирается на цепи, передвигающиеся по направляющим. Под сеткой, на которой лежат изделия, расположены воздушные дефлекторы, обеспечивающие

проникновение сушильного воздуха через лежащие на ленте в несколько слоев мотки и гнезда, не разрушая их структуру.

Вентиляторы и обогревательные батареи, расположенные в каждом элементе сушилки, обеспечивают обдувку изделий теплым воздухом, причем на половине длины каждого элемента воздух проникает через изделия снизу вверх, а на другой половине - сверху вниз, что обеспечивает равномерность сушки.

Свежий воздух засасывается в сушилку в месте выхода из нее подсушенных изделий, а отработанный увлажненный воздух выбрасывается из сушилки в месте входа в нее сырых изделий. Это обеспечивает медленное увеличение температуры и влажности воздуха при движении его от места входа в сушилку к месту выхода из неё. Сырые изделия встречаются с теплым влажным воздухом, а подсушенные теплые изделия на выходе встречаются с сухим воздухом.

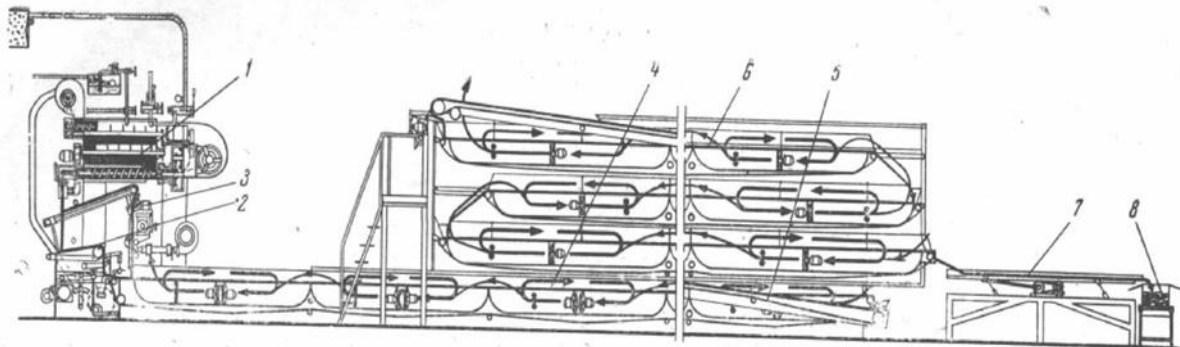


Рисунок 8.1 - Технологическая схема автоматической поточной линии фирмы «Паван» для выработки длинных макаронных изделий в мотках и гнездах производительностью 10 т в сутки: 1 - пресс макаронный Р-600; 2 - машина для раскладки изделий в мотки; 3 - машина для раскладки изделий в гнезда; 4 - сушилка предварительная TR-59; 5 - транспортер ленточный для перемещения изделий из предварительной сушилки в окончательную; 6 - сушилка окончательная TR-62; 7 - вибротранспортер; 8 - ленточный транспортер для упаковки изделий в крупную тару

Если все группы вентиляторов вращаются в одном направлении, то они образуют поток воздуха вдоль установки от его входа к выходу, так как в этом случае каждый элемент забирает часть воздуха от предыдущего элемента и передает его последующему.

Если каждая группа вентиляторов будет вращаться в направлении, противоположном вращению смежной группы, то перемещение воздуха из одного элемента в другой прекратится, это приведет к увеличению температуры и влажности сушильного воздуха, что необходимо при подсушке мотков и гнезд из широкой лапши и толстой вермишели.

Сушилка TR-59 состоит из 14 секций, т.е. из 14 элементов длиной по 3 м.

В предварительной сушилке влажность изделий снижается с 29 до 20 % в течение 40 мин. Температура воздуха на входе в сушилку 25 °С, на выходе из сушилки - 45 °С, относительная влажность воздуха соответственно 60 и 70 %.

В конце сушилки подсушенные изделия ссыпаются на вибротранспортер, расположенный поперек сушилки, который подает их на наклонный ленточный транспортер, перемещающий их к верхней ленте окончательной сушилки.

Окончательная сушилка TR-62 расположена над предварительной сушилкой TR-59. Она представляет собой вариант сушилки TR-56 для окончательной сушки коротких изделий. Сушилка TR-62 состоит из отдельных элементов длиной по 3 м, расположенных в три яруса, каждый ярус образован двенадцатью элементами.

На рабочую поверхность нейлоновой ленты верхнего транспортера изделия распределяются специальным вибрирующим расширительным транспортером. Верхним транспортером изделия перемещаются слева направо, затем, по наклонной плоскости попадают на нижележащий транспортер и перемещаются справа налево; и наконец третьим транспортером, слева направо к месту выхода из сушилки.

Окончательная сушка в зависимости от вида изделий продолжается 7 - 14 ч, в течение которых влажность их снижается с 20 до 13 %. Свежий воздух в сушилку засасывается в месте выхода сухих изделий, следовательно, высушенные изделия сразу же могут упаковываться, так как они являются полностью стабилизированными. Температура сушильного воздуха от места входа его в сушилку до места выхода из сушилки повышается от 25 до 35 °С, а относительная влажность соответственно - от 60 до 70 %.

На 1 м² поверхности лент размещается до 30 кг изделий.

При круглосуточной упаковке на выходе из сушилки устанавливается вибрирующий транспортер, с которого они могут осыпаться в крупную тару или вручную переключаться в приемники полуавтоматов для расфасовки до 250 - 500 г в картонные коробки или целлофановые пакеты.

При упаковке изделий в одну смену устанавливается двухъярусный ленточный накопитель (рис. 8.2). Емкость каждого яруса накопителя рассчитана на хранение изделий, выработанных в течение 8 ч, при хранении их слоем до 70 см.

Для расфасовки изделий в мотках и гнездах фирма «Паван» сконструировала полуавтомат производительностью 12 - 15 фасовок в минуту по 250 - 500 г. На каждом полуавтомате работают два человека, которые укладывают мотки или гнезда в нужном количестве в зависимости от их массы в специальные передвигающиеся приемники. Приемники поступают на автоматические весы, где в них добавляются изделия (кусочки, отломившиеся от мотков или гнезд) до точной массы. Взвешенные изделия специальным поршнем проталкиваются в коробку или мешочек.

Расфасованные изделия ленточным транспортером подаются к месту их упаковки, где они вручную упаковываются в крупную тару.

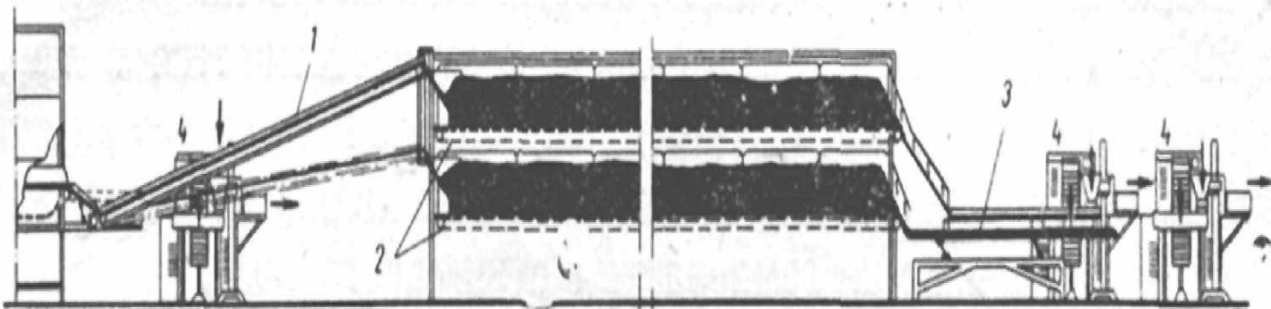


Рисунок 8.2 - Технологическая схема накопления и расфасовки изделий при односменной упаковке: 1 - транспортер ленточный; 2 - накопитель изделий; 3 – вибротранспортеры; 4 – упаковочные полуавтоматы

Фирмой «Паван» разработана автоматическая поточная линия для производства макаронных изделий в виде мотков с высокотемпературным режимом сушки изделий производительностью 250 - 1000 кг в час (рис. 8.3 – 8.5).

Замес теста осуществляется в двухкорытном, одношнековом, вакуумном прессе. Глубокий вакуум создается уже в первом корыте тестосмесителя, т. е. с начала соприкосновения муки с водой.

Тесто замешивается и непрерывно продвигается к прессовой камере месильными валами с насаженными на них геликоидальными лопатками. Цилиндр прессовой камеры имеет снаружи водяную рубашку.

Из прессовой камеры тесто через коническую зону поступает в цилиндрическую трубу длиной 1000 мм, расположенную перпендикулярно к шнеку. В нижней части трубы имеется узкая щель шириной 1 мм, проходящая по всей ее длине. Через эту щель тесто продавливается в канал такой же ширины, откуда поступает в матричную камеру. Продавливание теста через узкую щель обуславливает выравнивание давления и скорости выпрессовывания по длине матрицы.

Матрицы для выпрессовывания листа теста прямоугольные, длиной 1 м, с тефлоновыми формирующими щелями. При выпрессовывании лист теста обдувается горячим воздухом, при этом удаляется около 1 % влаги.

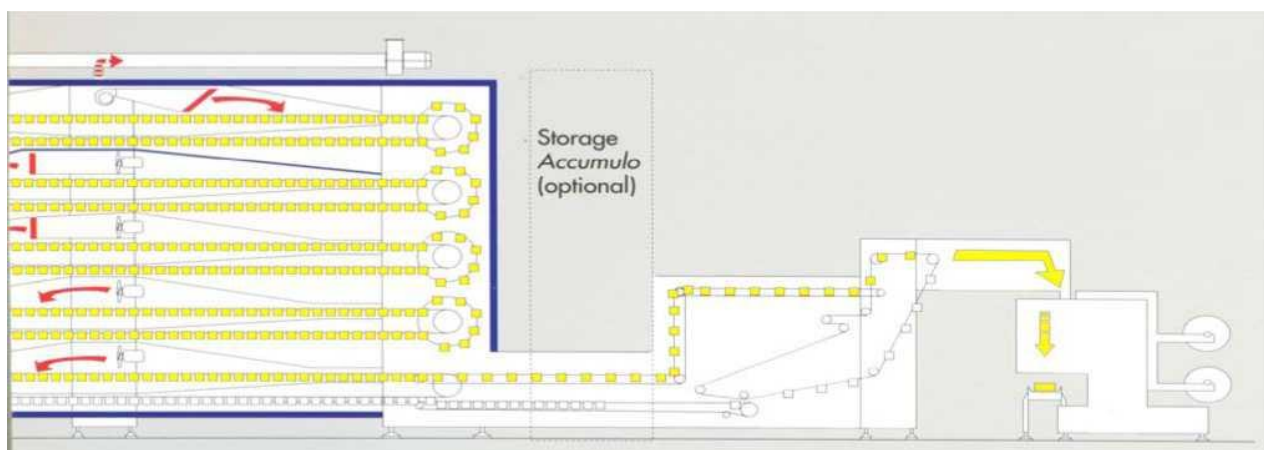
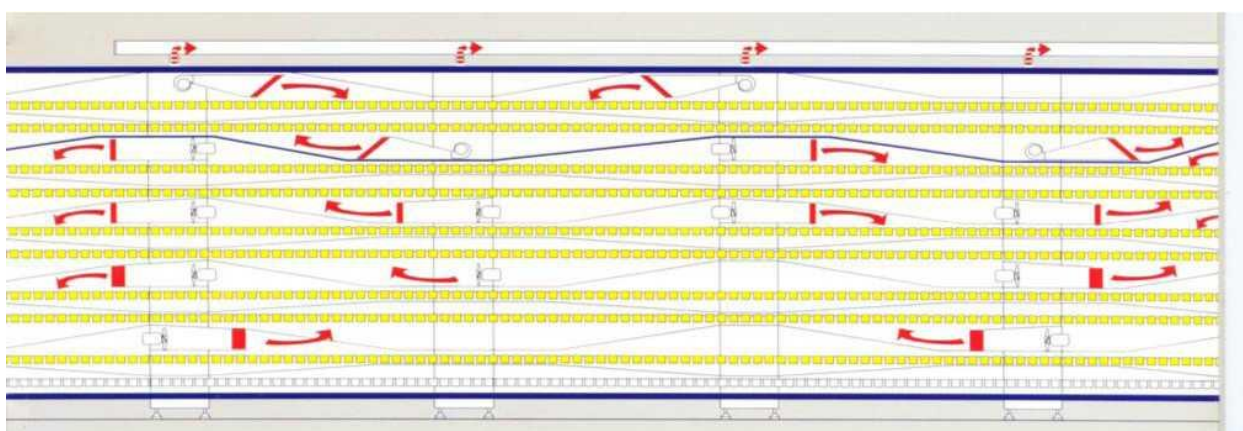
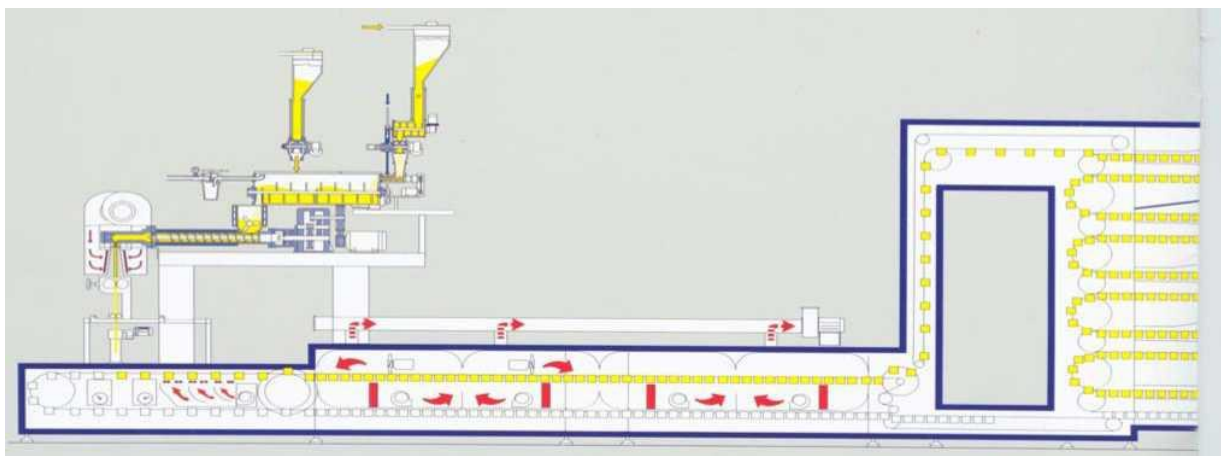


Рисунок 8.3 - Линия фирмы «Паван» для производства макаронных изделий в виде мотков

Выпрессованный лист теста перемещается к формующей машине. Здесь осуществляется выпрессовывание изделий любой формы и толщины, контроль длины нитей изделий, их правильное распределение для каждой формующей трубы (гнезда) и чистота труб.

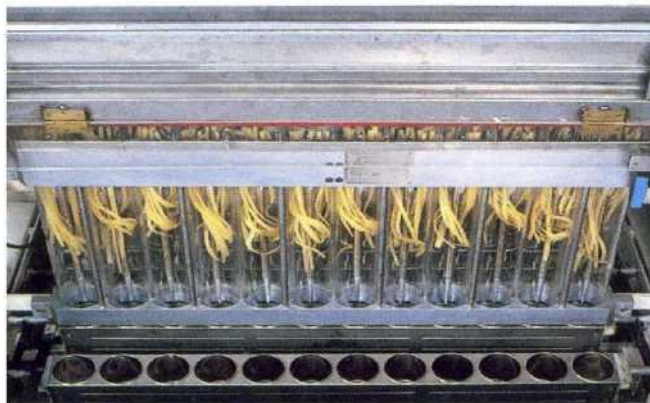
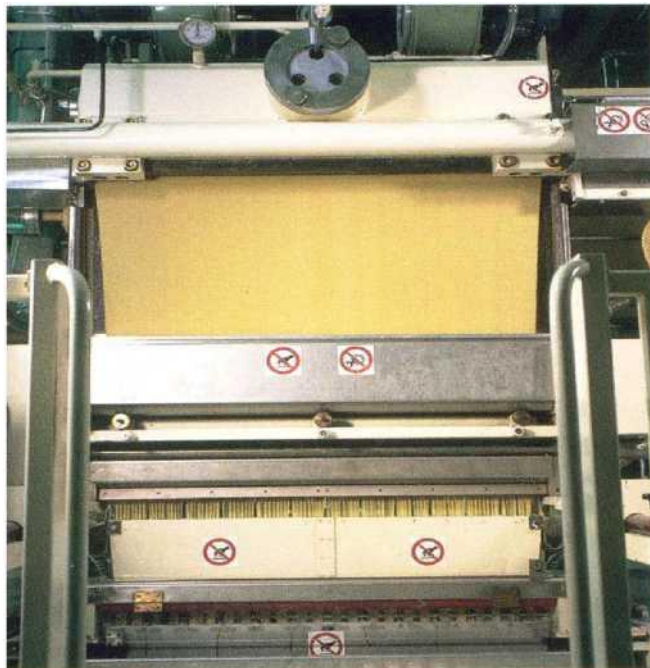


Рисунок 8.4 - Формующая машина



Рисунок 8.5 - Гнезда

С помощью компьютеризированной системы контроля веса мотков регулируется начальный вес изделия в каждом гнезде, вес сухого изделия, которое поступит на упаковочную машину, с учетом изменения влажности изделия. В случае несоответствия система обеспечивает регулирование, изменяя скорость линии.

Сушка изделий осуществляется в предварительной и окончательной сушилках при использовании высокотемпературных режимов, в течение короткого промежутка времени. В сушилках используются электрические вентиляторы высокой производительности.

Предварительная сушилка является одноярусной.

На стадии окончательной сушки, которая осуществляется на двух верхних ярусах окончательной сушилки, за короткий период времени влажность изделий снижается до 13 - 12,5 %. На остальных семи ярусах сушилки происходит стабилизация и охлаждение изделий перед упаковкой.

Процесс сушки осуществляется следующим образом: сначала изделия имеют влажность около 30 %. Температура воздуха в сушилке в течение 10 - 15 мин повышается с 40 до около 78 - 80 °С. При этом влажность изделий снижается до 18 %. Затем температура воздуха резко снижается до 66 °С и далее, в течение 30 мин еще на 1-2 °С. Влажность изделий при этом достигает 15 %. Далее, в течение чуть более часа, температура воздуха снижается до 50 °С, а влажность изделий - до 13 %. После этого происходит стабилизация изделий в течение полутора часов при постепенном снижении температуры воздуха до 40, а затем 35 °С. Влажность изделия снижается за это время на 0,5 %. Относительная влажность воздуха в течение всего периода сушки и стабилизации повышается в течение первых 2-х ч с 35 до 70 и далее - до 75 %.

Изделия при выходе из сушилки могут сразу же направляться на упаковку. При упаковке изделий в одну-две смены при круглосуточной работе линии используются двухъярусные ленточные накопители.

Разгрузка гнезд возможна группами по 4, 6 или 8 изделий в зависимости от упаковки. При упаковке в крупную тару гнезда разгружаются все сразу. Пустые гнезда направляются к формирующей машине, чтобы повторить цикл.

Задания

Задание 1. Изучить автоматические поточные линии фирмы «Паван» для производства длинных макаронных изделий в виде

мотков и гнезд.

Задание 2. Подобрать технические характеристики автоматической поточной линии фирмы «Паван» для выработки макаронных изделий в виде мотков и гнезд и отдельных элементов, входящих в нее

РАБОТА №9

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПАТОЧНЫЕ ЛИНИИ ФИРМЫ «FUTURA»

Цель работы: изучить особенности работы автоматических поточных линий фирмы «FUTURA» и техническое функционирование линии.

Краткие теоретические сведения

В 1906 году во Франции Эмиль Лихоцки изготовил первый экструдер для производства макаронных изделий. В 1908 году он создал свою фирму в городе Платтлинг, земля Бавария. С этого момента фирма поставляет свои экструдеры по всему миру.

Линия «Futura II» снабжена вакуумным смесителем и дополнительным разъединенным вакуумным шнеком.

Применяемый экструдер (рис. 9.1 – 9.3) в линии «Futura II» представляет собой новый вариант тестопереработки, происходящий в едином блоке без применения традиционных передаточных узлов, в которых собираются остатки теста и образуются бактерии.

Запатентованная во всем мире линия «Futura II» предназначена для переработки за один рабочий цикл сухих сырьевых составных, воды или яичного обогатителя в гомогенное тесто при давлении до 100 бар с последующей деаэрацией при помощи вакуума и выпрессовывания теста через матрицу желаемого формата.

«Futura II» имеет встречно работающий двухшнековый экструдер, который позволяет обрабатывать тесто в щадящем режиме при температуре между 40 и 45° С.

Корпуса цилиндров, сделанные по типу теплообменника с большой мощностью, полностью выводят теплоту, получаемую от трения шнеков.

Длительность обработки сырьевых составных теста от момента загрузки в шнеки до выпрессовывания через матрицу насчитывает в

зависимости от типа машины от 160 до 180 сек.

Такой процесс переработки имеет следующие преимущества:

- 1) компактную экструдерную линию и компактное производство;
- 2) минимальную восприимчивость к помехам;
- 3) оптимальные гигиенические условия тестоподготовки, отсутствие роста бактерий;
- 4) самоочищение линии;
- 5) облегченный вариант чистки машины;
- 6) возможность применения скоростного сменника матриц фирмы Лихоцки за 3 сек.

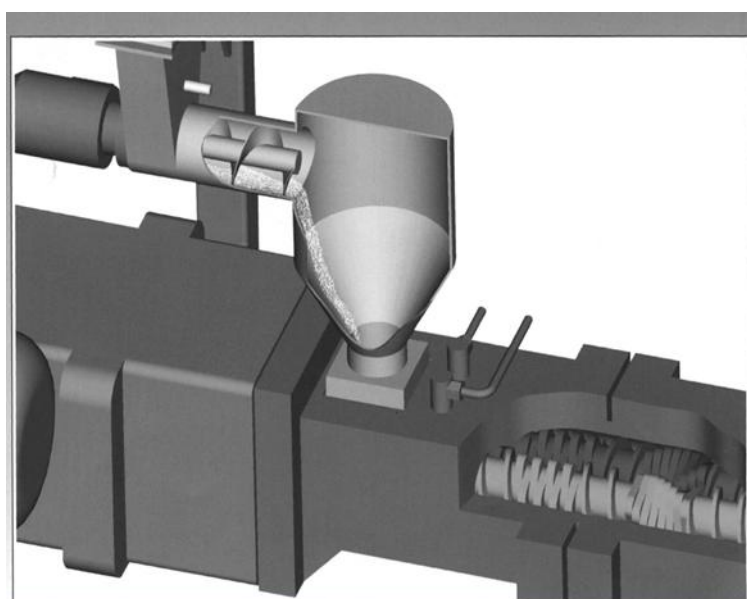


Рисунок 9.1 - Двухшнековый встречный экструдер фирмы Лихоцки. Общий вид

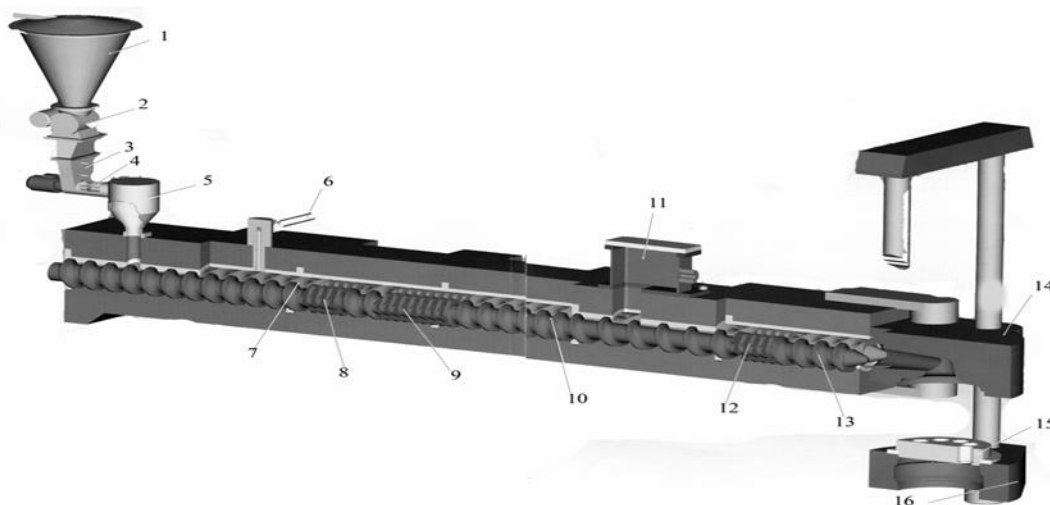


Рисунок 9.2 - Двухшнековый встречный экструдер фирмы

Лихоцки: 1 – отделитель для пневматической подачи муки; 2 – шлюз лопастного питателя; 3 – резервуар для муки и крупки; 4 – непрерывный шнековый дозатор; 5 – загрузочная воронка; 6 – дозатор воды или яичного супа; 7 – смесительный и транспортный шнек; 8 – месильный блок; 9 – гомогинезатор; 10 – транспортный шнек, шнек обратного перемешивания и компрессорный шнек; 11 – вакуумная камера, камера всасывания, камера давления; 12 – месильные блоки для деаэрации и для газации; 13 – прессовальный шнек; 14 – поворотная головка; 15 – матрица; 16 – опорное кольцо матрицы

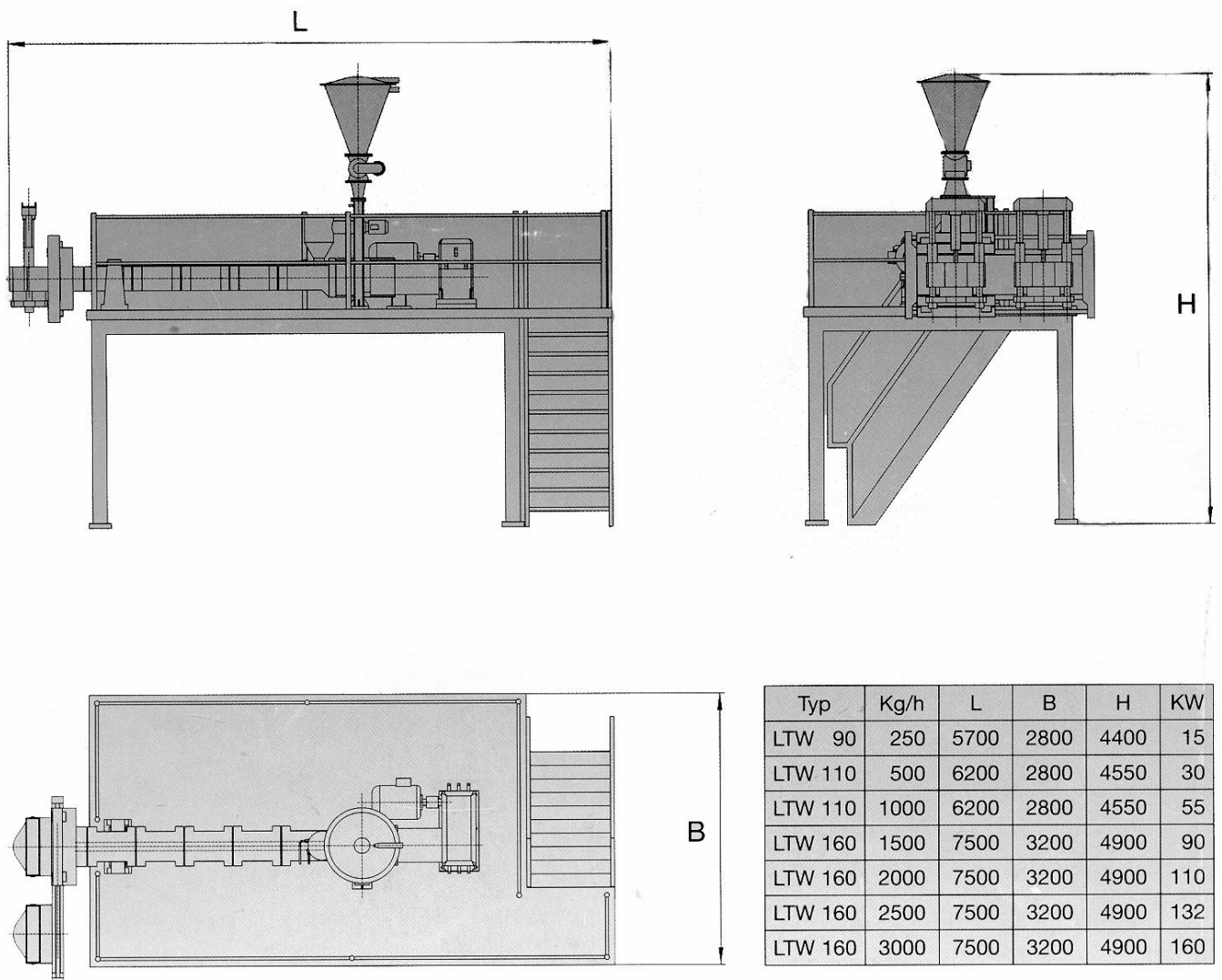


Рисунок 9.3 - Двухшнековый встречный экструдер фирмы Лихоцки: виды спереди, сбоку, сверху и технические характеристики экструдеров различной мощности

Техническое функционирование линии новой концепции

следующие.

Сухие сырьевые компоненты и возможные добавки, например, овощной порошок, засыпаются отмеренными порциями в два параллельно вращающиеся, встречные, входящие друг с другом в зацепление, шнеки. Одновременно дозировочный насос, работающий синхронно с дозатором сухих материалов, подает жидкие компоненты (вода, яичный обогатитель или другие жидкие добавки) в экструдерный цилиндр.

В первой зоне шнека происходит равномерное вымешивание сухих и влажных компонентов.

Из-за специальной конфигурации шнеков в замешиваемом тесте образуется механическая энергия, которая необходима для формирования клейковинного каркаса.

Проходя через зону деаэрации, тесто попадает в декомпрессионные шнеки, разрыхляется и лишается воздушных включений с помощью вакуумного насоса.

Данный способ обработки защищает тесто от окисления, что придает готовым макаронным изделиям стойкость к развариванию. Затем тесто попадает в зону сжатия, что является важным для его последующего формования.

Весь участок, в котором находится влажное тесто, заключен в цилиндр, защищающий рабочий процесс от внешних влияний.

Через поверхность цилиндра можно передать тесту тепловую энергию или же охладить его так, чтобы оно имело оптимальную рабочую температуру 35 – 40° С.

Задания

Задание 1. Изучить принцип работы автоматических паточных линий фирмы «FUTURA» и техническое функционирование линии.

Задание 2. Принцип работы, достоинства использования двухшнекового экструдера серии ZSE MAXX.

РАБОТА №10 ОБОРУДОВАНИЕ ФИРМЫ «БОСКОЛО-ГРОНДОНА»

Цель работы: изучить оборудование ФИРМЫ «БОСКОЛО-ГРОНДОНА», выявить особенности.

Краткие теоретические сведения

Фирма «Босколо» работает в России и других странах СНГ более 25 лет. Она экспортирует из Италии самое современное техническое и технологическое оборудование, линии и машины для производства длинных и короткорезанных макаронных изделий, упаковочные машины и материалы для упаковки.

На территории России фирмой установлено немало оборудования разной мощности, среди которого – линия для производства коротких макаронных изделий производительностью 1000 кг/ч в Екатеринбурге и линия по производству спагетти производительностью 500 кг/ч в г. Березовский Кемеровской области.

В течение многих лет фирма «Босколо» выступает на различных рынках с технологией фирмы «Грондона» в области производства макаронных изделий. «Грондона» – самая старая итальянская фабрика по изготовлению линий для выработки сухих макаронных изделий и практически всех видов линий по производству коротких изделий, спагетти, а также продукции в виде гнезд.

Еще в 1948 году «Грондона» начала производство автоматических линий непрерывного цикла. На сегодняшний день фирма выпускает всевозможные линии для производства любых видов макаронной продукции производственной мощностью от 200 до 4000 кг/ч.

Основной характеристикой прессов линий фирмы «БосколоГрондона» является простая и прочная конструкция, причем разной формы и размеров в зависимости от производственных мощностей линии с одним или двумя экструдерными цилиндрами. Они снабжены дозаторами для жидкого или твердого сырья и одним или несколькими тестомесильными корытами. Между дозатором и месильным корытом установлена смесительная труба для достижения оптимальной гидратации мучнистых крошек. На всех прессах замес происходит вакуумным способом от второго тестомесильного корыта до экструдерного цилиндра. Предматричные головки прессов имеют автоматические устройства насадки и снятия матриц.

В сушилках линий применяются высоко- и сверхвысокотемпературные режимы сушки.

Фирма «Босколо-Грондона» производит линии с рамами ЕТ для производства особых макаронных изделий, например, «гнездышек», «овальных гнездышек», мотков лазаньи производительностью до 1200

кг/ч. Прессы, установленные на линии ЕТ, имеют один или два экструдерных шнека.

Все линии снабжены компьютерными устройствами для контроля и централизованного управления внутри производственного процесса.

В мире имеется более 380 линий фирмы «Босколо-Грондона», установленных на предприятиях таких стран, как США, Канада, Австралия, Египет, Сирия, Италия, а также во всей Центральной Америке, которые уже более 30 лет производят превосходные макаронные изделия.

Объединение «Босколо» также поставляет небольшие полуавтоматические линии для малых производств.

Автоматические линии непрерывного действия с режимом сушки при высокой температуре **для производства коротких макаронных изделий** мощностью от 300 до 4000 кг/ч и выше (рис. 10.1, 10.2) характеризуются прочной и в то же время простой конструкцией.

Трабатто располагаются непосредственно под прессом, они изготавливаются полностью из нержавеющей стали с пятью и семью проходами различного размера в зависимости от производительности. В конце линии, после сушилок, располагается охлаждающее устройство из нержавеющей стали с вибрирующими рамами.

Автоматические линии непрерывного действия с сушкой при высоких температурах, предназначенные **для производства длинных макаронных изделий**, имеют мощность от 300 до 3000 кг/ч и выше.

Прессы (рис. 10.3) изготовлены с одним или несколькими экструдерными цилиндрами в зависимости от производительности. Прямоугольные головки предназначены для бастунов длиной от 2000 до 2500 мм. Прямоугольные головки изготовлены с автоматическими устройствами введения и извлечения матриц. Кроме того, прессы снабжены автоматическими приборами для регулирования температуры воды для замеса и воды для охлаждения головок и барабанов. Прессы снабжены дозаторами для жидкого и твердого сырья, турбосмесителем и двумя или более тестомесильными корытами. Замес осуществляется под вакуумом, начиная от второго тестомесильного корыта – до экструдерного цилиндра.

Под головками находятся раскладывающие устройства, изготовленные соответственно производительности линии и длине бастунов (2000 или 2500 мм). Они предназначены для раскладывания массы макаронных прядей на один, два или три бастуна. Раскладывающие машины снабжены емкостью для бастунов,

подаваемых напрямую с автоматического устройства их возврата.

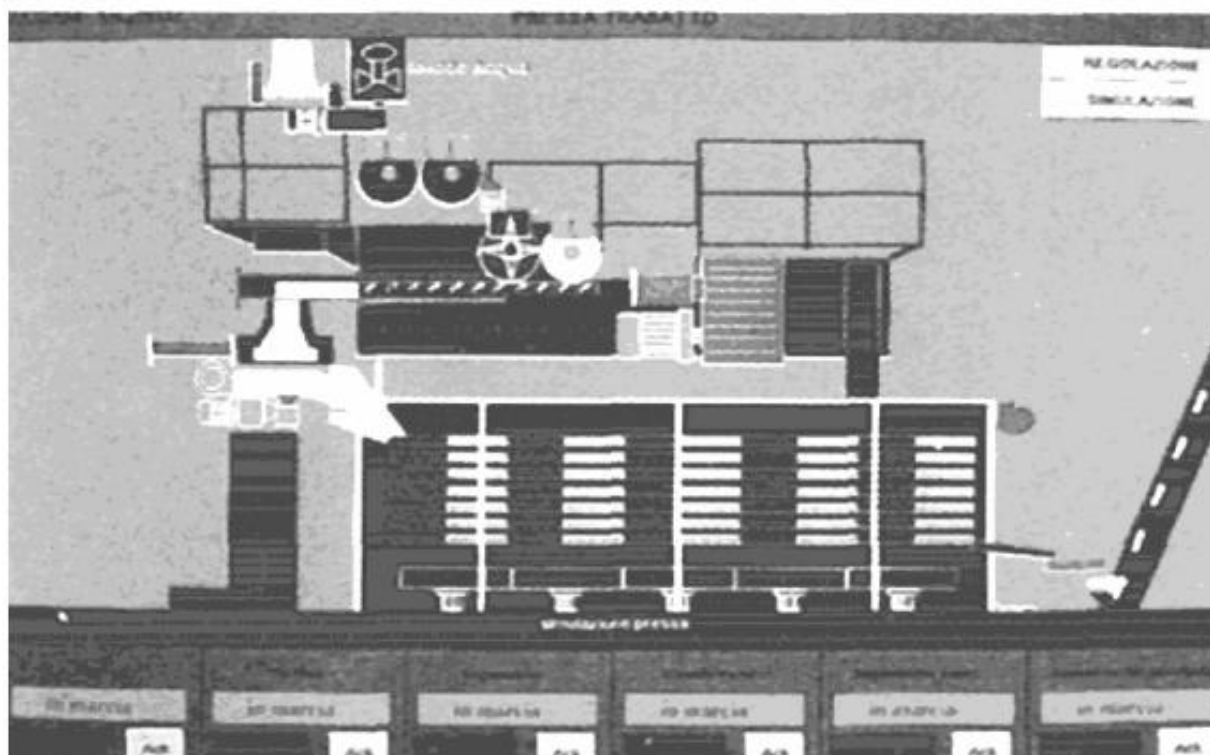
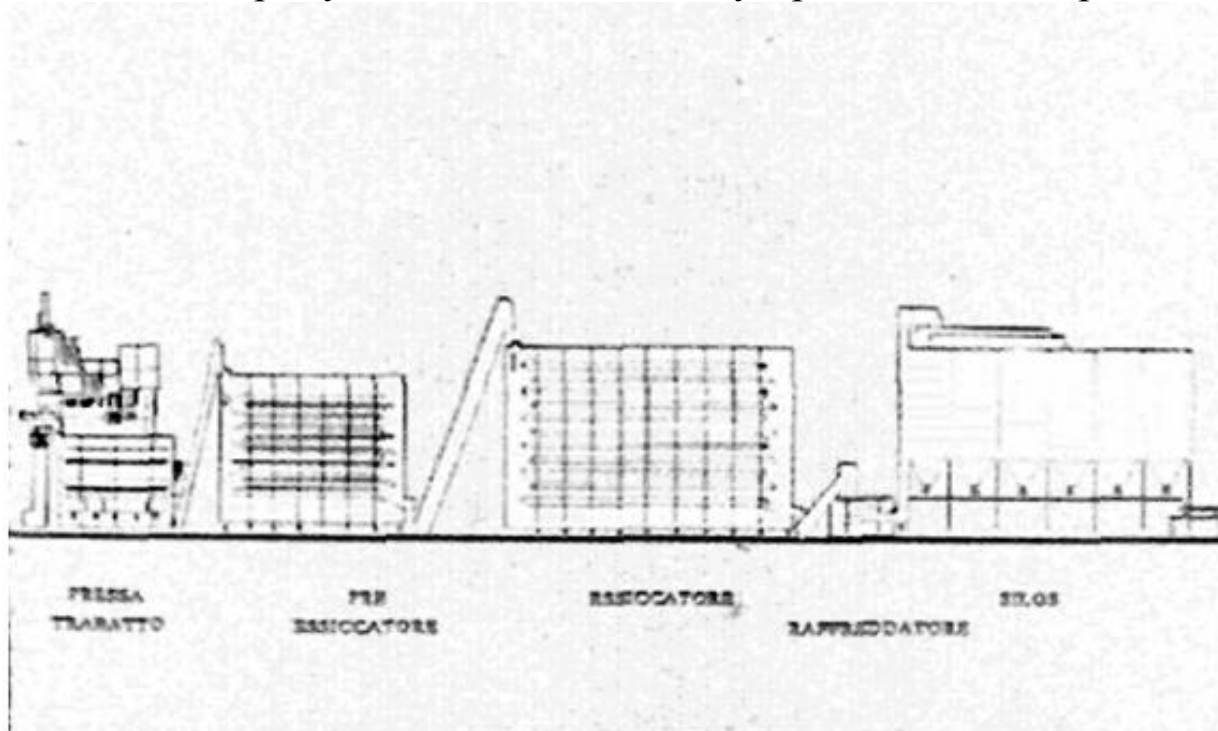


Рисунок 10.1 - Схемы автоматической линии и пресса фирмы «Босколо-Грондона»

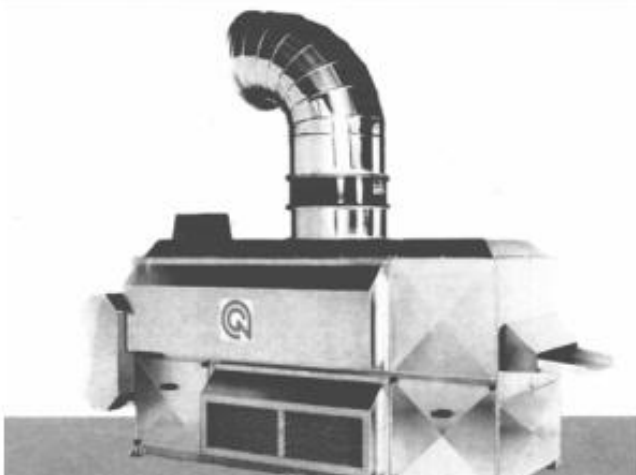
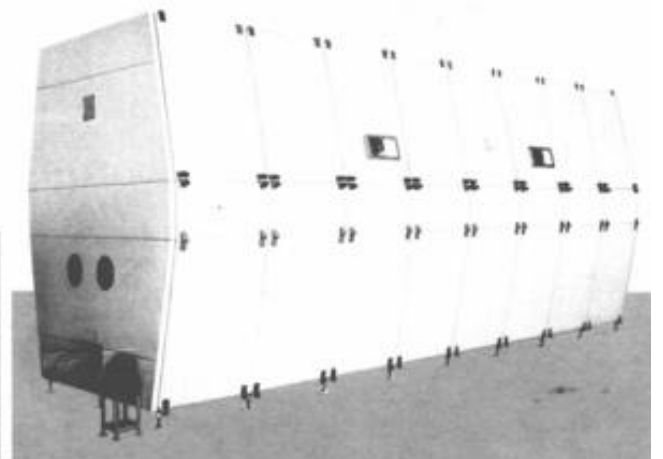
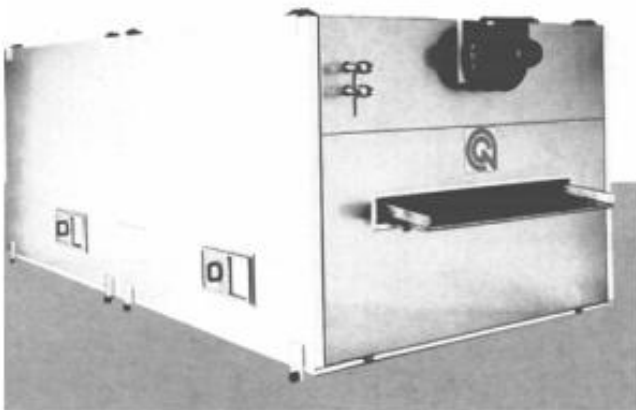
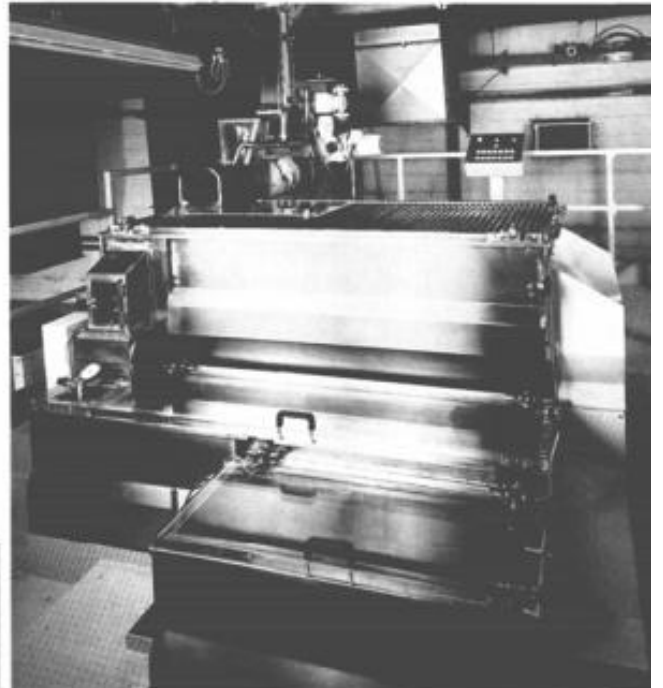
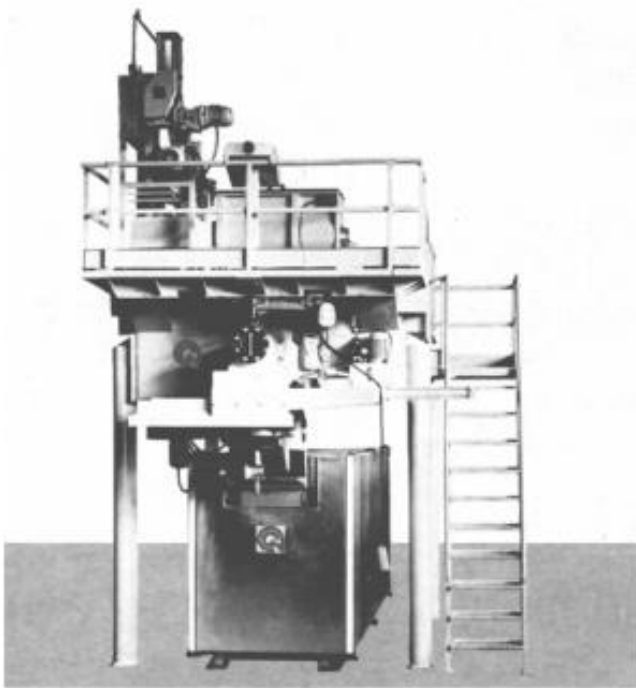


Рисунок 10.2 - Оборудование линии фирмы «Босколо-Грондона»: общий вид прессы; пресс; трабатто; сушилка; охладитель; бункеры-накопители

Для линии сушки длинных макарон используется та же технология высоких и сверхвысоких температур. Сушильные линии

характеризуются изолированными отделениями между ярусами сушилок для лучшего регулирования гигротермических условий на каждой стадии процесса сушки. Система транспортирования макарон в сушилку состоит из боковых зубчатых реек, синхронно управляемых моторами с наружной стороны панелей.

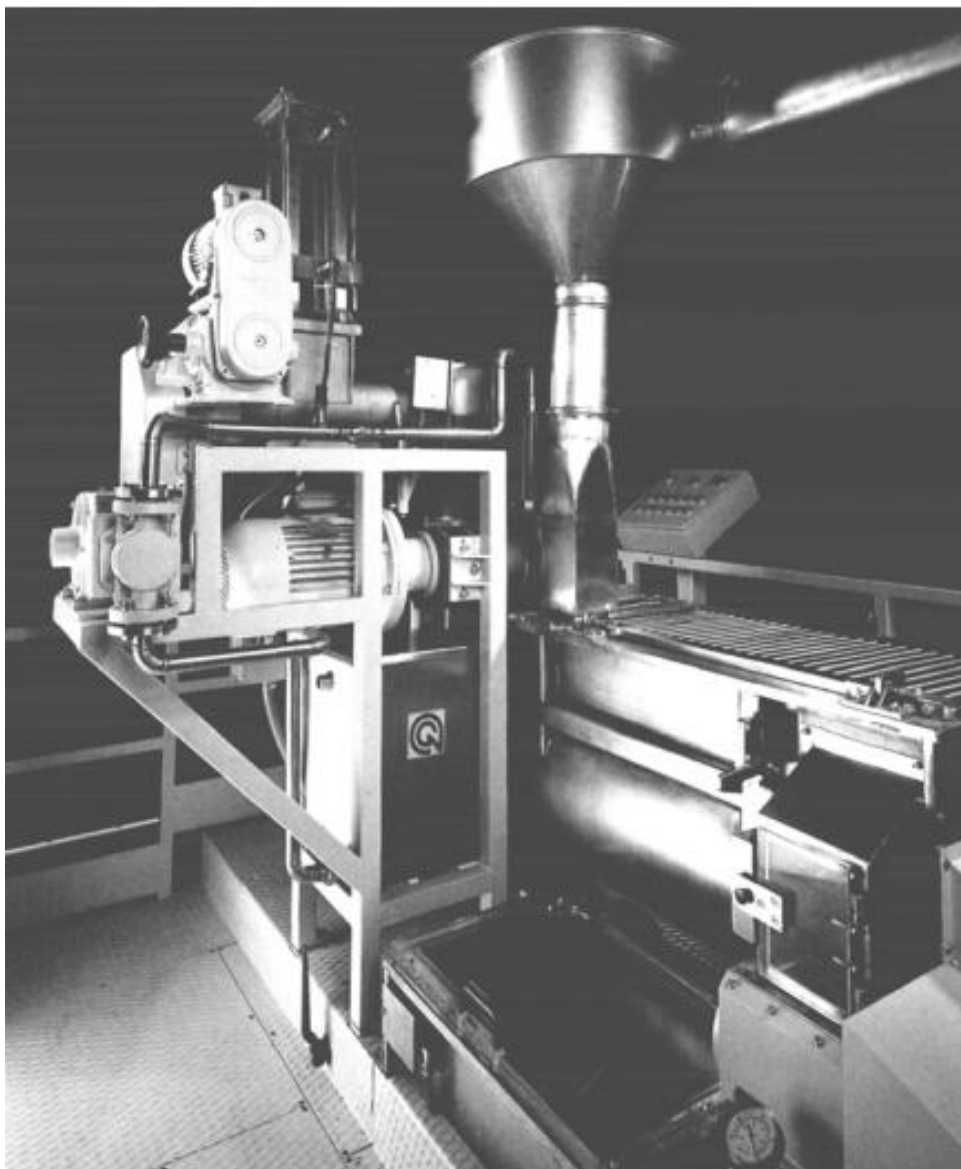


Рисунок 10.3 - Пресс линии по производству длинных макаронных изделий

Первая стадия сушки начинается в предварительной сушилке, где макаронные изделия подвергаются интенсивному нагреванию и вентиляции. Затем они поднимаются до первого яруса вверх сушилки, где обеспечена максимальная температура – 80 °С. На следующих, нижележащих ярусах, температура постепенно опускается и на конечном участке последнего яруса изделия охлаждаются.

Последний ярус отделен от других и выполняет функцию стабилизатора и охладителя.

Система транспортировки изделий внутри сушилки состоит из

боковых несущих гребенок, которые продвигают бастуны медленно, не допуская их колебания.

Для хранения высушенных на бастунах макаронных изделий имеются бункера с несколькими ярусами разной длины в зависимости от требований.

Линия снабжена компьютеризованными приборами для контроля и централизованного управления всем производственным процессом.

Фирма «Босколо» выпускает также моечные машины для матриц и непосредственно матрицы (рис. 10.4, 10.5).



Рисунок 10.4 - Моечная машина для матриц



Рисунок 10.5 - Матрицы

Задания

Задание 1. Изучить автоматические линии непрерывного действия с режимом сушки при высокой температуре для производства коротких макаронных изделий мощностью от 300 до 4000 кг/ч и выше.

Задание 2. Автоматические линии непрерывного действия с сушкой при высоких температурах, предназначенные для производства длинных макаронных изделий, имеют мощность от 300 до 3000 кг/ч и выше.

Задание 3. Изучить дать характеристику выявить достоинства и недостатки технологического оборудование линии фирмы «Босколо-Грондона»: общий вид пресса; пресс; трабатто; сушилки; охладителя и бункеры-накопители.

РАБОТА №11 ОБОРУДОВАНИЕ ИТАЛЬЯНСКОЙ ФИРМЫ «FAVA»

Цель работы: изучить оборудование итальянской фирмы «FAVA» для выработки коротких и длинных макарон.

Краткие теоретические сведения

Фирма «Fava», основанная в 1937 году, занимает одно из первых мест в разработке и производстве оборудования для макаронной промышленности. Основная отличительная особенность линий для производства макаронных изделий – использование высокотемпературных режимов сушки макаронной продукции.

Автоматическая поточная линия TCM/TCM предназначена для производства *коротких макаронных изделий* (рис. 11.1).

Сушилки TCM можно использовать как в качестве предварительных, так и в качестве окончательных сушилок, либо в качестве окончательных сушилок после ротационной предварительной сушилки ROMET.

В первом случае в состав линии входит трабатто TMU, имеющее три яруса, снабженное вибрирующей системой для предотвращения слипания изделий с интенсивной обдувкой изделий воздухом различной температуры.

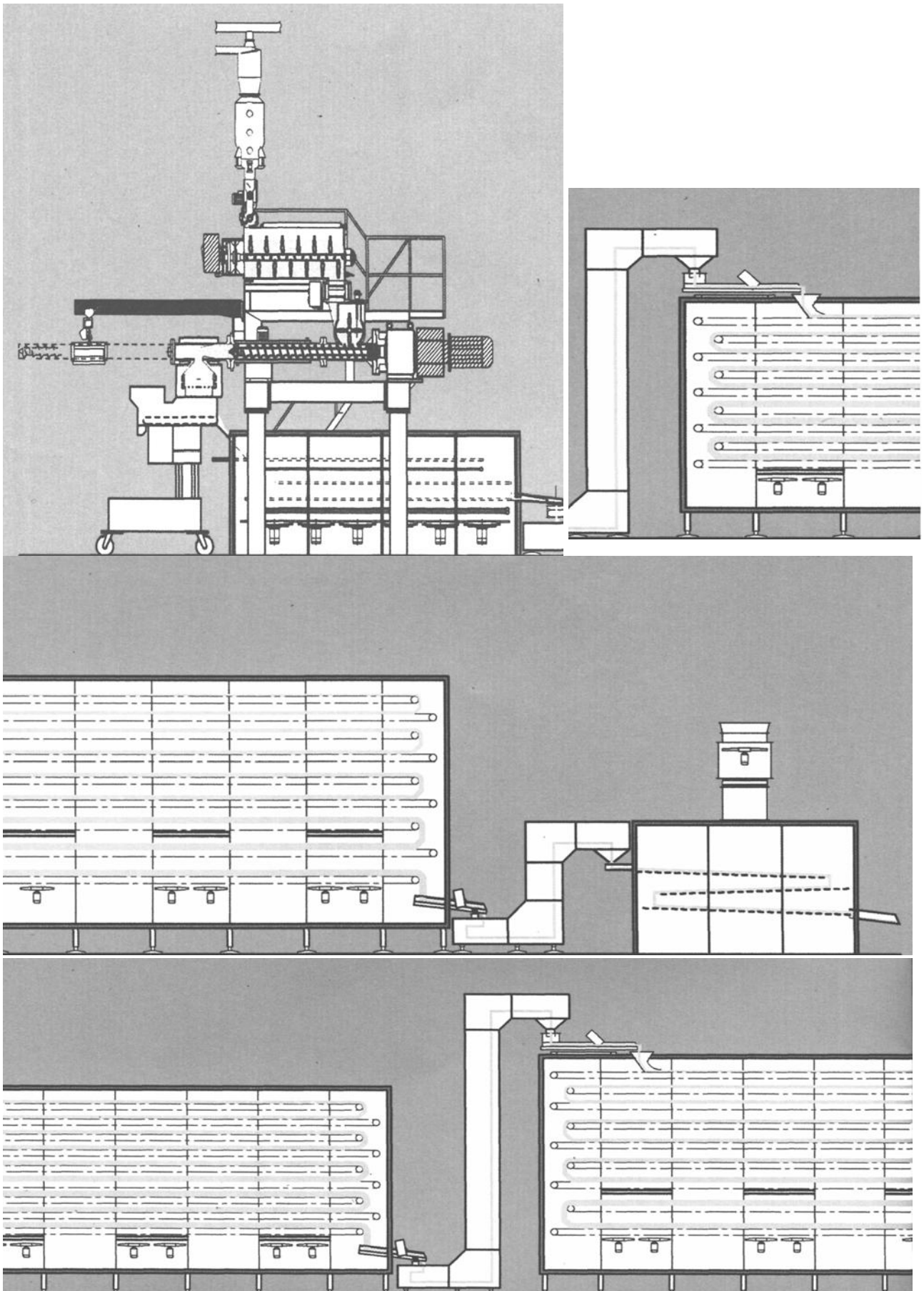


Рисунок 11.1 - Автоматическая поточная линия ТСМ/ТСМ

В линии в зависимости от производительности используются прессы марки FA.ST.

Основным элементом сушилок ТСМ являются металлические обручи, опоясывающие сушилку по периметру. На перекладинах обручей имеются пазы, через которые в сушилку подается сушильный воздух. Это дает возможность даже при большом объеме нагрузки на 1 м² сушильной поверхности сушилки достичь высокой производительности в течение малого промежутка времени и использовать различные температуры сушильного воздуха в соответствии с диаграммой сушки.

Конструкция сушилки позволяет менять ее габаритные размеры и массу высушиваемого продукта для достижения максимального объема производства. Нижние уровни окончательной сушилки оснащены системой стабилизации изделий, в результате чего продукция выходит из сушилки в наилучшем состоянии для дальнейшего охлаждения. Сушка изделий осуществляется в соответствии с диаграммой(рис. 11.2).

Окончательное охлаждение изделий происходит в специальной установке, снабженной вибрирующей системой сеток, где воздух, охлажденный либо естественным путем, либо с помощью змеевика с холодной водой, проходит сквозь изделия, способствуя снижению их температуры.

Разновидностью сушилки ТСМ является *сушилка ТСМ V.V.* для предварительной сушки с вертикальной вентиляцией (рис. 11.3). Установка характеризуется наличием множества взаимосвязанных коротких ярусов, мощной вентиляции, интенсивным вращением изделий при переходе с одного яруса на другой, что позволяет достичь высокого качества продукции на стадии предварительной сушки. Производительность данной сушилки длиной 9 – 11 м составляет 4000 кг/ч (для сравнения: линия фирмы «Брайбанти» производительностью 500 кг/ч имеет предварительную сушилку длиной 15,5 м).

В линиях фирмы «Fava» весь процесс производства макаронных изделий автоматизирован и снабжен компьютерным обеспечением.

Схема линии приведена на рис. 11.4.

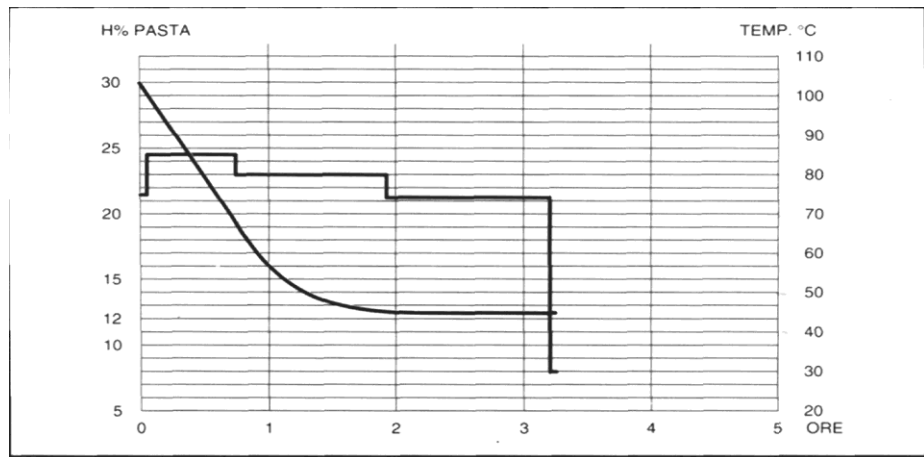


Рисунок 11.2 - Диаграмма сушки

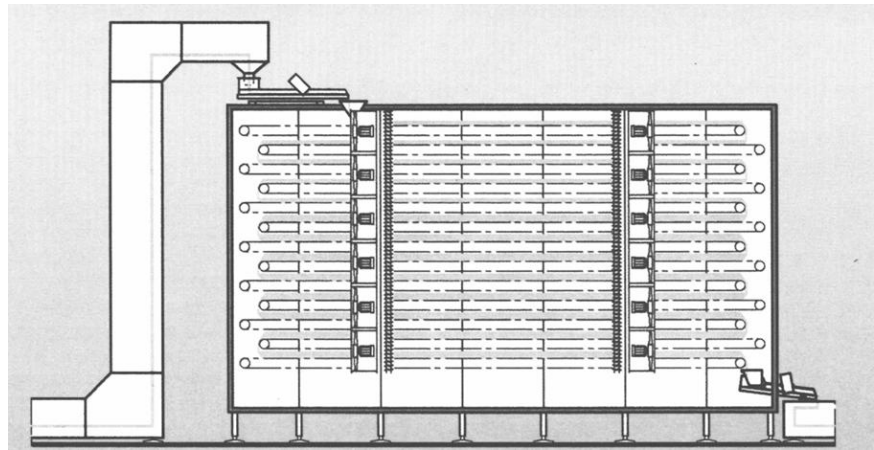


Рисунок 11.3 - Предварительная сушилка ТСМ V.V.

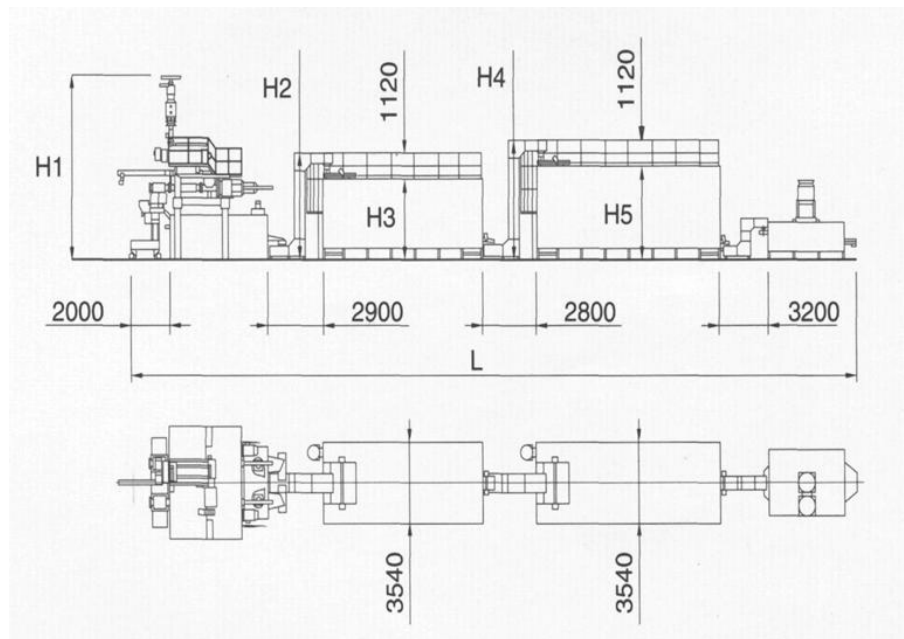


Рисунок 11.4 - Схема линии

Все составляющие автоматических поточных линий для производства коротких макаронных изделий фирмы «FAVA» с сушилками ТСМ и принцип их действия практически аналогичны составляющим и принципу действия линий фирмы «Брайбанти» для производства коротких изделий.

Во втором случае в данной линии для сушки макаронных изделий используются ротационные сушилки ROMET-A и сочетание этих сушилок с сушилками ТСМ (рис. 11.5, 11.6).

Использование ротационных сушилок ROMET-A позволяет вырабатывать до 6000 кг/ч макаронных изделий.

Сушка изделий осуществляется с использованием высокотемпературных режимов в соответствии с диаграммами (рис. 6.7).

Автоматическая поточная линия фирмы «FAVA» для производства длинных макаронных изделий представлена на рис. 6.8.

Наиболее важное новшество в производстве длинных макаронных изделий на линиях фирмы «FAVA» – это применение высокотемпературных режимов сушки.

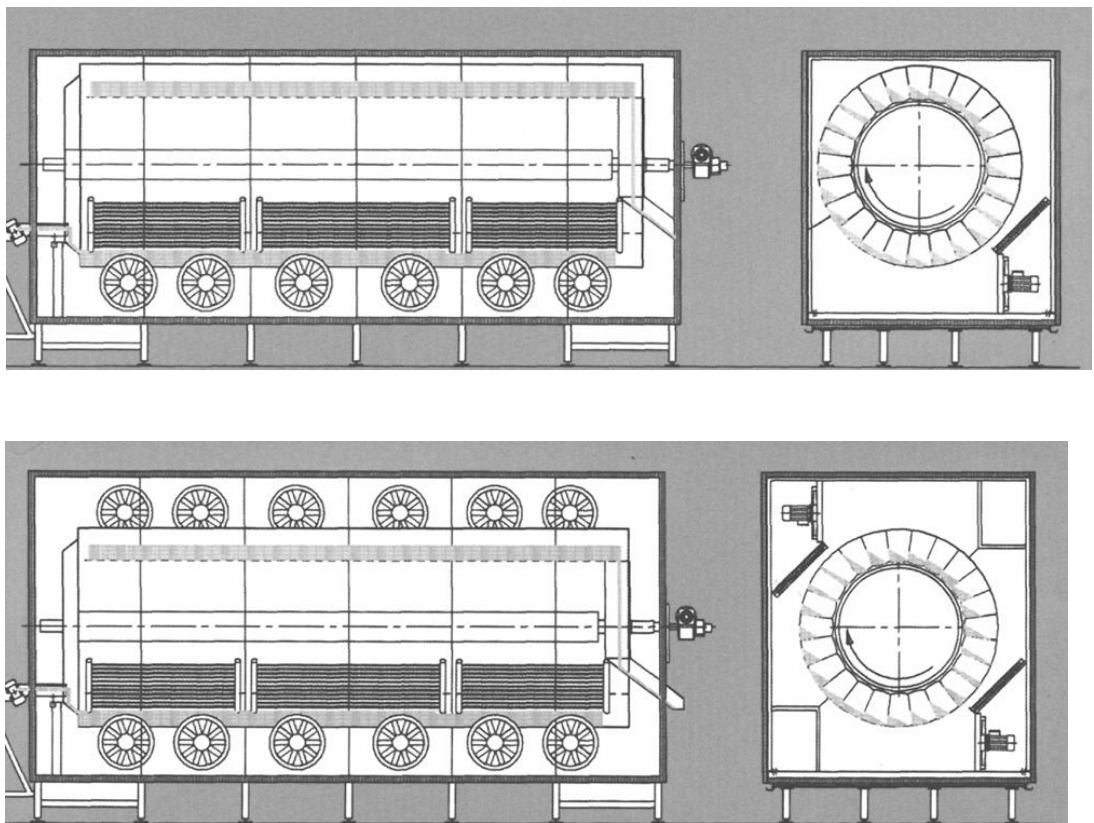


Рисунок 11.5 - Сушилки ROMET-A 24/8-VS и ROMET-A 24/8- VD

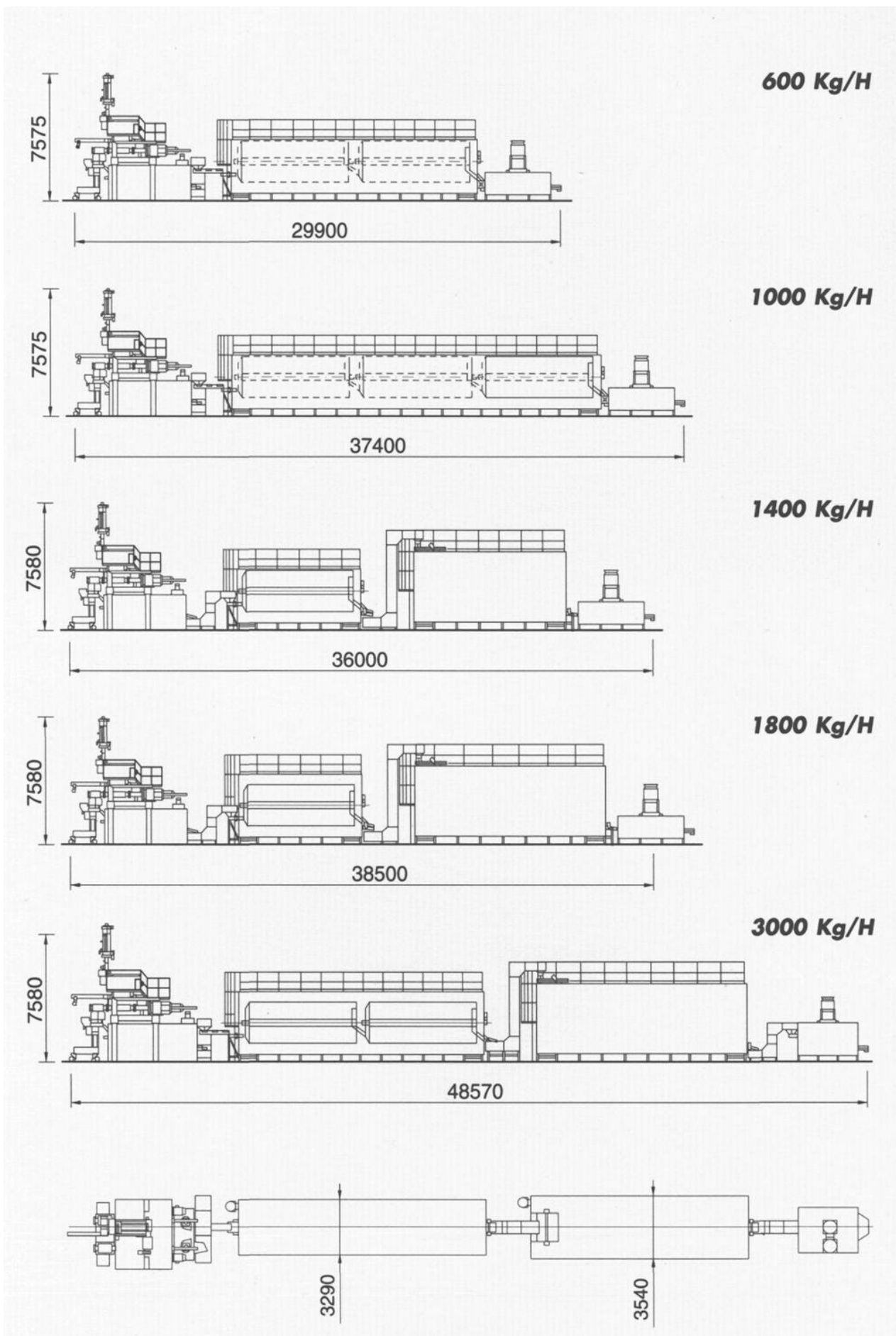


Рисунок 11.6 - Варианты линий

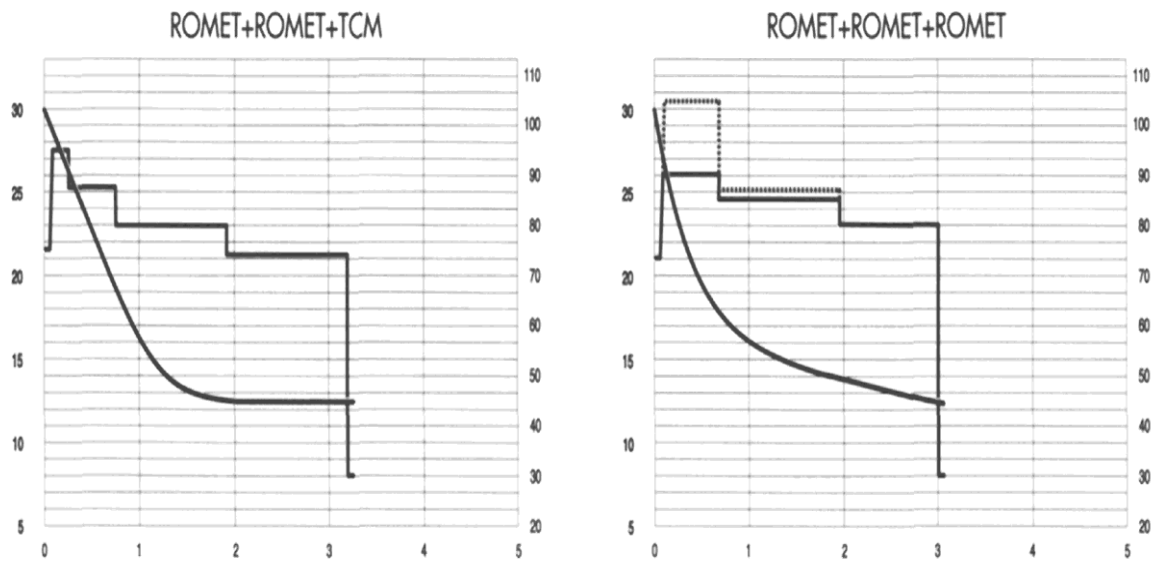


Рисунок 11.7 - Диаграммы сушки макаронных изделий

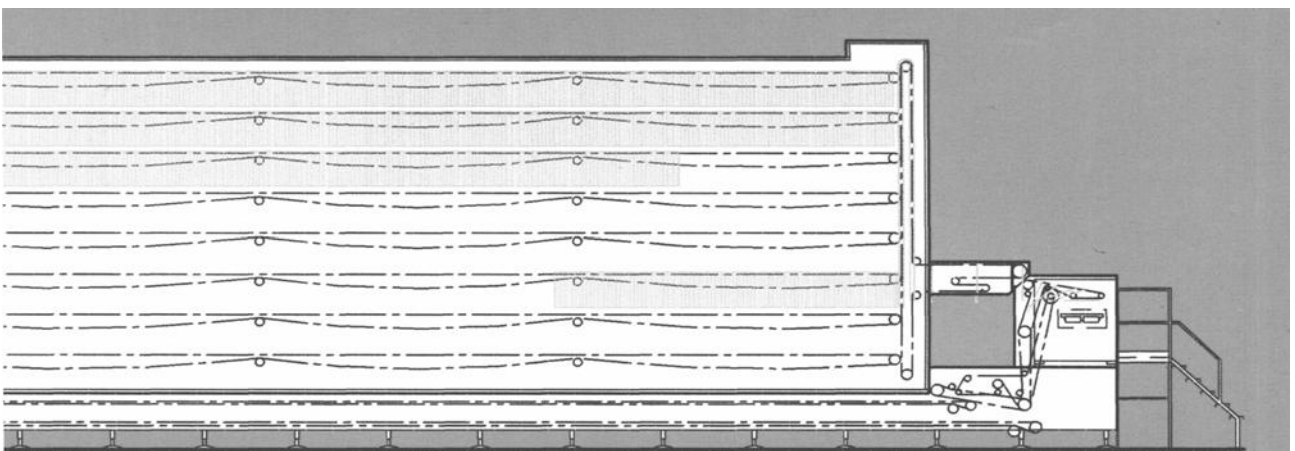
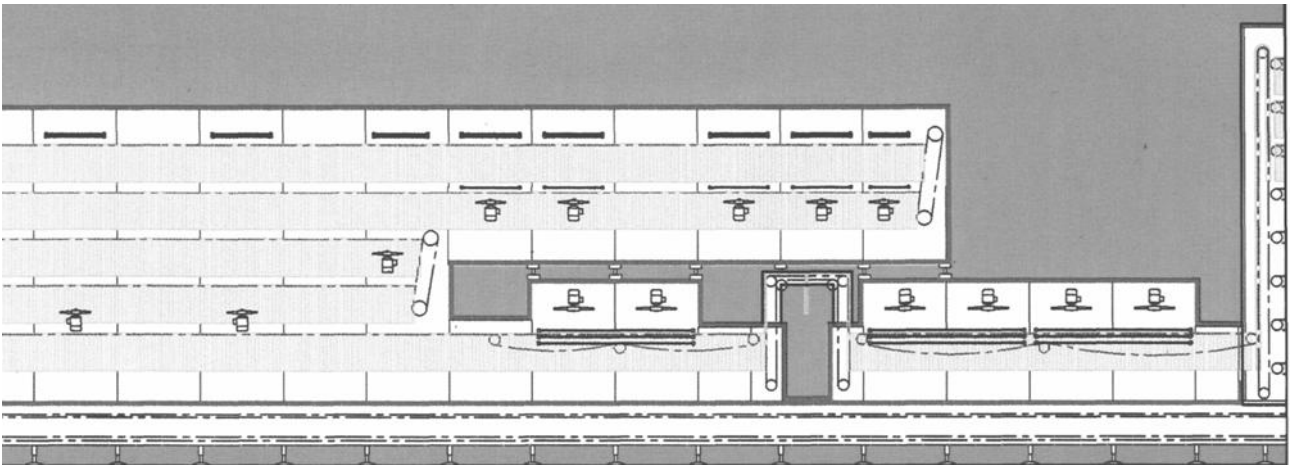
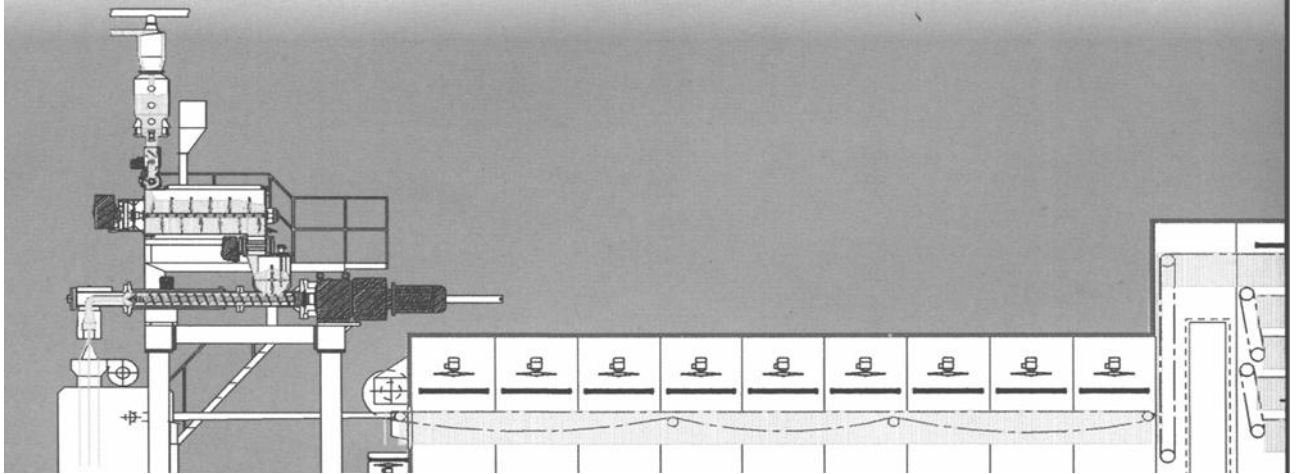


Рисунок 11.8 - Автоматическая поточная линия
фирмы «FAVA» для производства длинных
макаронных изделий

Весь процесс сушки длинных макаронных изделий практически аналогичен процессу сушки в сушилках линий «Брайбанти».

Диаграмма сушки представлена на рис. 11.9.

В линиях фирмы «FAVA» по производству длинных макаронных изделий весь процесс также автоматизирован и снабжен компьютерным обеспечением.

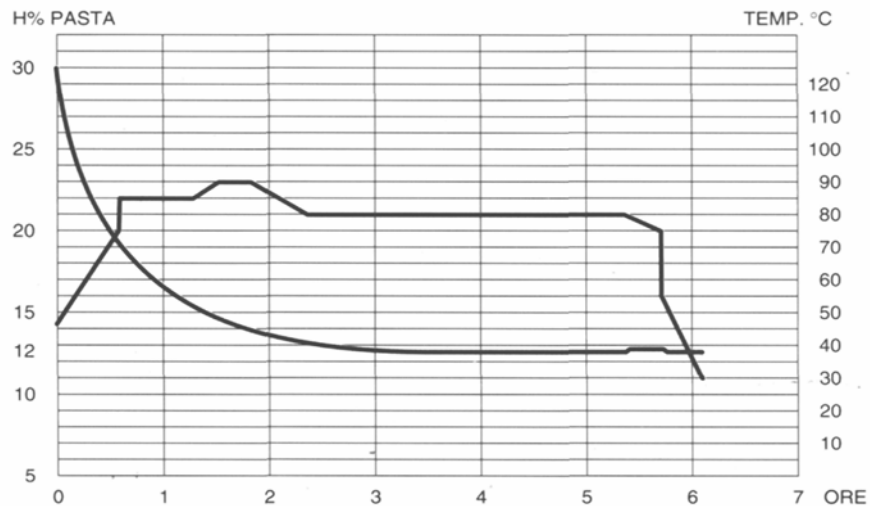


Рисунок 11.9 - Диаграмма сушки

Схема линии приведена на рис. 11.10.

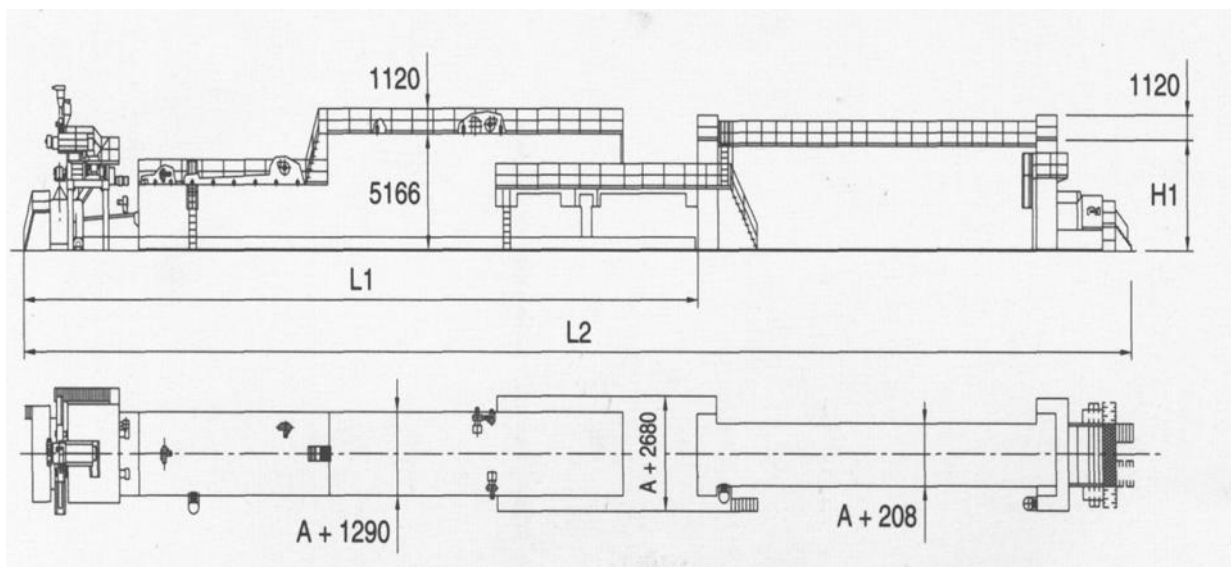


Рисунок 11.10 - Схема линии

Задания

Задание 1. Изучить принцип работы автоматической поточной линии ТСМ/ТСМ предназначенной для производства коротких макаронных изделий.

Задание 2. Изучить особенности работы сушилка ТСМ V.V. для предварительной сушки с вертикальной вентиляцией, и ее принципиальные отличия от других модификаций.

Задание 3. Изучить автоматическую поточную линию фирмы «FAVA» для производства длинных макаронных изделий.

Задание 4. Изучить технические характеристики линия фирмы «FAVA», их достоинства и недостатки.

Работа №12

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ПРОСЕИВАЮЩИХ МАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: освоить расчет просеивающих машин с плоскими и цилиндрическими ситами.

Краткие теоретические сведения

Очистка сыпучего сырья от примесей осуществляется на просеивающих машинах с плоскими или барабанными ситами и в комбинации с воздушной сепарацией. Машины с плоскими ситами имеют возвратно-поступательное или круговое поступательное движение, машины с барабанными ситами бывают с вращающимися и неподвижными ситами.

Расчет просеивающих машин с плоскими ситами производится по следующей методике.

Производительность Q просеивающих машин с ситами прямоугольной формы, кг/с, определяется по формуле

$$Q = Bh_M V_{CP} \rho \mu, \quad (12.1)$$

где B – ширина сита, м;

h_M – толщина слоя материала в начале сита, м;

v_{CP} – средняя скорость перемещения материала по поверхности сита, м/с;

ρ – объемная масса материала, кг/м³;

μ – коэффициент разрыхления материала ($\mu = 0,35...0,8$).

Размеры сита (ширину B , в м) при известной производительности сита определяют по формуле

$$B = \frac{F_M}{h_M}, \quad (12.2)$$

где F_M – площадь сечения слоя материала на сите, м²;
 h_M – толщина слоя материала на сите, м ($h_M \leq 50$ мм).

$$F_M = \frac{Q}{V_{CP} \rho \mu}. \quad (12.3)$$

Средняя скорость перемещения материала по поверхности сита (в м/с) может быть определена по формуле

$$V_{CP} = 0,23nr f_M \tan \beta, \quad (12.4)$$

где n – частота вращения вала кривошипа, об/мин;

r – радиус кривошипа, м;

f_M – коэффициент трения материала о поверхность сита ($f_M = 0,35 \dots 0,7$);

β – угол наклона опорных пластин к вертикали, град ($\beta = 15 \dots 20^\circ$).

Отметим, опорные пластины обычно закрепляются перпендикулярно к поверхности сита и в этом случае угол наклона опорных пластин к вертикали β равен углу наклона сита к горизонтали α .

Средняя скорость перемещения легкоподвижных материалов по поверхности сита должна находиться в пределах $0,1 \dots 0,3$ м/с, но иногда может достигать $0,5$ м/с.

Основное влияние на скорость перемещения материалов по поверхности сита оказывает число оборотов вала кривошипа.

Минимальное число оборотов вала кривошипа, при котором частица начинает двигаться вниз, об/мин,

$$n'_{min} = 29,9 \sqrt{\frac{\tan(\varphi - \alpha)}{R}}, \quad (12.5)$$

где φ – угол трения семян о поверхность сита;

α – угол наклона сита;

R – радиус кривошипа, м.

Минимальное число оборотов вала кривошипа, при котором частица начинает двигаться вверх, об/мин,

$$n_{min}'' = 29,9 \sqrt{\frac{\tan(\varphi + \alpha)}{R}}. \quad (12.6)$$

Число оборотов, при котором происходит подбрасывание частиц на сите (максимальное число оборотов сита), об/мин,

$$n_{min} = \frac{29,9}{\sqrt{R \cdot \tan \alpha}}. \quad (12.7)$$

Рабочее число оборотов в минуту вала кривошипа обычно принимают

$$n = (1,5 \dots 2,0)n_{min}'', \quad (12.8)$$

При сепарировании семян подсолнечника рекомендуется принимать рабочее число оборотов в минуту

$$n = \frac{33,675}{\sqrt{e}}, \quad (12.9)$$

где $e = 2R$ – амплитуда колебаний кузова, м.

Наибольшая скорость сита связана с числом оборотов вала кривошипа, м/с,

$$V_0 = \frac{\pi R n}{30}, \quad (12.10)$$

где R – радиус кривошипа, м;

n – число оборотов вала кривошипа, об/мин.

Ограничение на наибольшую скорость сита v_0 (м/с) из условия обеспечения прохода семени в отверстие определяется следующим соотношением

$$V_0 \leq (D_{отв} - d_{ч}) \left(\frac{g}{d_{ч}}\right)^{0,5}, \quad (12.11)$$

где $D_{отв}$ – диаметр отверстия сита, м;

$d_{ч}$ – размер (диаметр) проходовой частицы, м;

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

Угол поворота вала кривошипа, при котором начинается перемещение семян вниз по ситу,

$$\psi_0 = -\arccos\left(\frac{895}{Rn^2} \tan(\varphi - \alpha)\right) \pm 360k, \quad (12.12)$$

где R – радиус кривошипа, м;

n – число оборотов вала кривошипа, об/мин;

φ – угол трения семян о поверхность сита;

α – угол наклона сита;

k – любое целое число.

Перемещение семени вниз за один оборот вала

$$S_1 = R \frac{\cos(\varphi - \alpha)(\cos \psi - \cos \psi_0)}{\cos \varphi} + \frac{g}{2} \cdot \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\cos \varphi} \cdot \frac{(\psi - \psi_0)^2}{36n^2} + V_0 \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\cos \varphi}.$$

$$\frac{\sin \psi_0(\psi - \psi_0)}{6n}, \quad (12.13)$$

где v_0 – наибольшая скорость сита, м/сек;

ψ – угол, при котором заканчивается перемещение семени вниз;

g – ускорение силы тяжести.

Остальные обозначения см. выше.

Угол поворота вала кривошипа, при котором начинается перемещения семени вверх,

$$\psi_0 = \arccos\left(-\frac{895}{Rn^2} \tan(\varphi + \alpha)\right) \pm 180(1 + 2k), \quad (12.14)$$

Скорость перемещения семени вверх по сити за один оборота вала

$$S_2 = R \frac{\cos(\varphi + \alpha)(\cos \psi - \cos \psi_0)}{\cos \varphi} + \frac{g}{2} \cdot \frac{\sin(\varphi + \alpha)}{\cos \varphi} \cdot \frac{(\psi - \psi_0)^2}{36n^2} + V_0 \frac{\cos(\varphi + \alpha)}{\cos \varphi} \cdot \frac{\sin \psi_0(\psi - \psi_0)}{6n}, \quad (12.15)$$

где $R, n, \varphi, \alpha, v_0, \psi_0$ – те же; ψ – угол поворота вала кривошипа, при котором заканчивается перемещение семени вверх.

Полное перемещение семени по сити за один оборот вала, м,

$$S_0 = S_1 + S_2. \quad (12.16)$$

Скорость перемещения семени по сити в обе стороны с мгновенными остановками

$$V_{\text{СЕМ}} = S_0 n = R\omega \cos \beta \varepsilon \left[\frac{2}{\pi} f \tan \beta \left(\tan \varepsilon - \varepsilon + \frac{\pi}{2} \right) - 1 \right] \sqrt{1 - \left(\frac{\varepsilon z_+}{\sin \varepsilon} \right)^2}, \quad (12.17)$$

$$\text{где } \varepsilon = \frac{\pi K}{K-1}; \quad K = \frac{\sin(\alpha - \rho) \cos(\beta - \rho)}{\cos(\beta + \rho) \sin(\alpha + \rho)}; \quad z_+ = \frac{g}{R\omega^2} \cdot \frac{\sin(\alpha + \rho)}{\cos(\beta - \rho)}.$$

Соответственно, производительность сита сходом при возвратно-поступательном движении определяется по формуле (т/ч или кг/ч)

$$Q = 60Vh_M S_0 n \rho_H \mu, \quad (12.18)$$

где V – ширина сита, м;

h_M – толщина слоя семени на сите, м;

S_0 – полное перемещение семени по сити за один оборот вала, м;

n – число оборотов вала кривошипа, об/мин;

ρ_H – объемная (насыпная) масса семян, (т/м³ или кг/м³);

μ – коэффициент разрыхления.

Средняя скорость перемещения семени по сити с круговым поступательным движением, м/с,

$$v_{\text{СР}} = 147 \frac{\sin \alpha}{n}. \quad (12.19)$$

Приближенно, перемещение семени при круговом поступательном движении сита, м,

$$S_0 = g \left(\frac{30}{n} \right)^2 \sin \alpha. \quad (12.20)$$

Соответственно, производительность сита с круговым поступательным движением по сходу (т/ч или кг/ч)

$$Q = 3600 B h_M v_{CP} \rho_H \mu, \quad (12.21)$$

где B – ширина сита, м;

h_M – толщина слоя семян на сите, м;

v_{CP} – средняя скорость перемещения семян по сити, м/с,

ρ_H – объемная (насыпная) масса семян (т/м³ или кг/м³);

μ – коэффициент разрыхления.

Эффективность работы сита зависит от правильного подбора отверстий сита. Вероятность прохождения семян сквозь сито

$$P = \frac{D}{c} \left(1 - \frac{2}{\pi} \xi \right). \quad (12.22)$$

где D – размер отверстия; c – шаг между отверстиями ($c = 1,5D$);
 $\xi = (1/2)/D$ [l – размер (длина) частицы].

После преобразования с учетом соотношения между шагом и диаметром отверстий

$$P = 0,667 - 0,425 \frac{l/2}{D}. \quad (12.23)$$

В случае $l/2 = D$ вероятность $P = 0,242$, а в случае $l/2 = 0$ $P = 0,667$, т. е. в обоих предельных случаях, $P < 1$.

$$\ln y_2 = \ln y_1 + \frac{L}{S_0} \ln \left[1 - P \frac{\delta}{h_M} a \right], \quad (12.24)$$

где y_1 и y_2 – соответственно начальная и конечная засоренность семян, доли;

L – длина сита, м;

S_0 – полное перемещение семян по сити за один оборот вала, м;

P – вероятность прохождения примеси сквозь отверстия сита, доли;

δ – размер проходных частиц, мм;

h_M – толщина слоя семян на сите, мм;

a – коэффициент перемешивания.

Или, по другому, безразмерная концентрация извлекаемой примеси по длине сита (или по времени пребывания на сите) распределяется следующим образом:

$$E = \frac{y_2}{y_1} = 1 - 0,81 \exp \left(- \frac{0,619}{H^2} \right), \quad (12.25)$$

где $H = \frac{h}{\sqrt{2bt}}$; $h = \frac{Q}{B \rho_H V_{CEM}} t = \frac{L}{V_{CEM}}$; $t = \frac{L}{V_{CEM}}$; $b = 0,15 \dots 0,18$ см²/с.

Мощность, необходимая для преодоления сил инерции ситовой

коробки, кВт,

$$N = 3,66 \cdot 10^7 \Sigma G n^3 R^2, \quad (12.26)$$

где R – радиус кривошипа, м; n – число оборотов вала кривошипа, об/мин; ΣG – масса ситового кузова со всеми его частями и семенами на нем, кг.

Мощность, потребная на преодоление сил трения семени о сито, кВт,

$$N_T = 2,73 \cdot 10^{-3} f_M Q L \cos \alpha, \quad (12.27)$$

где f_M – коэффициент трения семени о сито; Q – производительность сита по сходу, т/ч; L – длина сита, м; α – угол наклона сита.

Или, по-другому, мощность привода качающегося сита, кВт,

$$N_{\Pi} = (0,013 \dots 0,015) \frac{m a^2}{n}, \quad (12.28)$$

где m – масса качающейся системы сепаратора, кг; a – оптимальное ускорение сит, при сепарировании семян подсолнечника $a = 12,6 \text{ м/с}^2$.

Возможно оценить установленную мощность электродвигателя $N_{ЭЛ}$ (в кВт), необходимую для привода во вращение вала кривошипа, по следующей формуле:

$$N_{ЭЛ} = \frac{k_1 n^2 r^2 (G_C + G_M)}{250 \eta}, \quad (12.29)$$

где k_1 – опытный коэффициент ($k_1 = 2 \dots 2,5$); G_C – вес качающихся частей сита, Н; G_M – вес материала на сите, Н; η – КПД привода.

$$G_M = F h_M \rho g, \quad (12.30)$$

где F – площадь сита, м².

$$F = \frac{Q}{\Pi_0}, \quad (12.31)$$

где Q – производительность просеивателя, кг/с; Π_0 – удельная нагрузка на 1 м² сита, кг/(м²·с), принимают $\Pi_0 = 1,8 \dots 2 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$.

Длина сита L , м,

$$L = \frac{F}{B}. \quad (12.32)$$

Расчет просеивающих машин с барабанными ситами

Производительность Q просеивающих машин с вращающимися ситами, кг/с,

$$Q = \rho \mu n \tan \alpha \sqrt{R^3 \cdot h_M^3}, \quad (12.33)$$

где μ – коэффициент разрыхления материала ($\mu = 0,6 \dots 0,8$); ρ – плотность материала, кг/м^3 ; n – частота вращения вала барабана, с^{-1} ; α – угол наклона барабана к горизонту, град ($\alpha = 4 \dots 8^\circ$); R – радиус барабана, м; h_M – высота слоя материала в барабане, м.

По заданной производительности Q приведенный радиус барабана R (в м) можно определять из выражения

$$R = \frac{1}{h_M} \cdot \left(\frac{Q}{\mu \rho n \tan \alpha} \right)^{2/3}. \quad (12.34)$$

Если известна производительность просеивающей машины, то, задавшись приведенным радиусом барабана, можно определить частоту вращения барабана

$$n = \frac{Q}{\mu \rho \tan \alpha \sqrt{R^3 \cdot h_M^3}}. \quad (12.35)$$

Практически принимается частота вращения барабана (в с^{-1})

$$n = \frac{0,13}{\sqrt{R}} \dots \frac{0,23}{\sqrt{R}}. \quad (12.36)$$

С учетом коэффициента трения частота вращения барабана (в с^{-1}) с шестигранным ситом

$$n = (0,33 \dots 0,42) \sqrt{\frac{1}{R_0(0,58 + f_M)}}, \quad (12.37)$$

где R_0 – радиус вписанной окружности в шестигранник сита, м; f_M – коэффициент трения продукта по материалу сита (для муки по стали $f_M = 0,7$).

Частота вращения барабана (в с^{-1}) с цилиндрическим ситом

$$n = (0,33 \dots 0,42) \sqrt{\frac{1}{R_0 f_M}}, \quad (12.38)$$

Радиус цилиндрического сита

$$R = (0,15 \dots 0,2) v^2 f_M, \quad (12.39)$$

где v – окружная скорость барабана, м/с ($v = 2,0 \dots 2,5$).

Общая площадь ситовой поверхности барабана F_C (в м^2) определяется по формуле

$$F_C = \frac{Q}{\Pi_0}, \quad (12.40)$$

где Q – производительность просеивателя, кг/с; P_0 – удельная нагрузка на 1 м^2 сита, кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$); принимают $P_0 = 0,33 \dots 0,56$ кг/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$).

Частоту вращения отводящего шнека (в об/с) определяем по формуле

$$n_{\text{ш}} = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)\psi s \rho}, \quad (12.41)$$

где D – наружный диаметр шнека, м; d – диаметр вала шнека, м (обычно принимают $d = (0,2 \dots 0,3)D$); ψ – коэффициент заполнения корпуса шнека ($\psi = 0,5 \dots 0,6$); s – шаг винта шнека, м; ρ – плотность продукта, кг/м³.

Считая, что приведенный радиус барабана является средней линией ситовой рамки барабана, определяем ее длину, м,

$$L = \frac{F_P}{2\pi R}. \quad (12.42)$$

Площадь ситовой поверхности одной рамки F_P (в м²) можно определить, если задаться числом граней z ситового барабана:

$$F_P = \frac{F_C}{z}. \quad (12.43)$$

Ширина ситовой рамки, м,

$$B = \frac{F_P}{L}. \quad (12.44)$$

Установочную мощность электродвигателя (в кВт) для бурата ориентировочно можно определить по формуле

$$N_{\text{эл}} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{\eta}, \quad (12.45)$$

где N_1 – мощность, расходуемая на преодоление сил трения в подшипниках, кВт; N_2 – мощность, расходуемая на подъем материала в барабане, кВт; N_3 – мощность, необходимая для вращения распределительного шнека, кВт; η – КПД привода.

$$N_1 = \frac{\pi d_1 n f (G_B + G_M)}{1000}, \quad (12.46)$$

где d_1 – диаметр шейки вала, м; n – частота вращения вала барабана, об/мин; f – коэффициент трения скольжения в подшипниках ($f = 0,15 \dots 0,2$); G_B – вес вращающихся частей барабана бурата, Н; (G_M – вес материала в барабане, Н, определяемый по формуле $G_M = F_P h_M \rho g$ (здесь h_M – толщина слоя материала в барабане, м);

$$N_2 = 0,0024 G_M R n; \quad (12.47)$$

$$N_3 = \frac{gGL_{III}w}{1000}, \quad (12.48)$$

где L_{III} – длина шнека, м; w – коэффициент сопротивления движению материала по стенке корпуса ($w = 2...4$).

Мощность привода ситчатого барабана (в кВт) для масличных семян можно приближенно определить по формуле

$$N = (0,00005...0,00006)Rn(G + 13G_{ПР}), \quad (12.49)$$

где G – масса барабана, кг; $G_{ПР}$ – масса семян в барабане, кг; n – частота вращения вала барабана, мин^{-1} .

Площадь в случае неподвижной ситовой поверхности F_C (в м^2) с внутренним шнеком рассчитывают по формуле (3.2.40) при $P_0 = 2...2,8$ $\text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$.

Диаметр цилиндрического сита, м,

$$D_C = D + 2\delta, \quad (12.50)$$

где D – диаметр шнека, м; δ – зазор между наружным диаметром шнека и стенкой корпуса, мм ($\delta = 2...3$ мм).

Диаметр шнека по заданной производительности можно определять по формуле

$$D = \left(\frac{Q}{0,785\psi k' \rho k n} \right)^{1/3}, \quad (12.51)$$

где ψ – коэффициент, учитывающий степень подачи материала в просеивающий барабан ($\psi = 0,2...0,3$); k' – коэффициент, учитывающий отношение шага шнека к его диаметру: $k' = s/D = 0,5... 1$; ρ – плотность материала, $\text{кг}/\text{м}^3$; k – коэффициент, учитывающий полезную площадь шнека ($k = 0,6...0,75$); n – частота вращения шнека, $\text{об}/\text{мин}$.

Высота (длина) цилиндрического сита, м,

$$H_C = \frac{F_C}{\pi D_C}. \quad (12.52)$$

Высоту загрузочного отверстия в корпусе шнека принимают в пределах $h = (3,1...1,5)s$.

Установочная мощность электродвигателя $N_{ЭЛ}$ (в кВт) определяется по формуле

$$N_{ЭЛ} = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \quad (12.53)$$

где N_1 – мощность, расходуемая на подъем материала, кВт; N_2 – мощность, необходимая на приведение во вращение питающих лопастей, кВт.

$$N_1 = \frac{gQHk_1(w+1)}{1000}, \quad (12.54)$$

$$N_2 = \frac{zk_2\omega^3 h_{Л}(R^4-r^4)}{408\eta}, \quad (12.55)$$

где H – высота подъема материала, м; k_1 – коэффициент, учитывающий потери на трение в подшипниках ($k_1 = 1,15 \dots 1,20$); w – коэффициент сопротивления движению материала о стенки корпуса ($w = 10$); z – количество лопастей; k_2 – коэффициент сопротивления (для муки $k_2 = 5000$); ω – угловая скорость лопастей рад/с; $h_{Л}$ – высота лопасти, м ($h_{Л} = 0,03$ м); R – наружный радиус лопасти, м ($R = 0,3$ м); r – радиус вала лопасти, м ($r = 0,03$ м).

Задание

Задача 1. Рассчитать производительность и требуемую мощность просеивателя с цилиндрическим ситом для муки (плотность 600 кг/м^3). Наклон барабана $\alpha = 5^\circ$, коэффициент разрыхления $\mu = 0,8$, и высота слоя муки в барабане $h_M = 0,03$ м. Удельная нагрузка на 1 м^2 сита $P_0 = 0,3 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$. Вес вращающихся частей барабана (в Н) $G_B = 450$ Н. Наружный диаметр отводящего шнека $D = 160$ мм. Недостающие исходные данные можно принимать по литературным источникам.

Задача 2. Рассчитать производительность и требуемую мощность просеивателя с цилиндрическим ситом для муки (плотность 600 кг/м^3). Наклон барабана $\alpha = 8^\circ$, коэффициент разрыхления $\mu = 0,9$, и высота слоя муки в барабане $h_M = 0,05$ м. Удельная нагрузка на 1 м^2 сита $P_0 = 0,3 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$. Вес вращающихся частей барабана (в Н) $G_B = 650$ Н. Наружный диаметр отводящего шнека $D = 0,14$ м. Недостающие исходные данные можно принимать по литературным источникам.

РАБОТА №13

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПОЛУФАБРИКАТОВ ФОРМОВАНИЕМ

Цель работы: научиться производить рассчитывать технологическое оборудование для механической переработки сырья и полуфабрикатов формованием.

Краткие теоретические сведения

Технологическое оборудование для механической переработки сырья полуфабрикатов формованием рассматривается в соответствии с классификацией по функциональному признаку.

Сюда можно отнести формующие машины со шнековыми нагнетателями, валковые механизмы для формования пластов, округлительные и закаточные формующие машины.

Формующие выпрессовывающие машины макаронного производства со шнековыми нагнетателями.

Производительность макаронного пресса характеризуется количеством теста, подаваемого шнеком к матрице в единицу времени, и пропускной способностью матрицы. Фактическая производительность (кг/ч) нагнетающего шнека

$$Q_{\phi} = 0,25m\rho_{\tau}n(R_2^2 - R_1^2)\left(S = \frac{b_2 + b_1}{2 \cos a}\right)K_{\text{н}}K_{\text{п}}K_{\text{с}} = Q_{\text{т}}K_{\text{н}}K_{\text{п}}K_{\text{с}}, \quad (13.1)$$

где m – число заходов шнека;

ρ_{τ} – плотность спрессованного теста, г/см³;

n – частота вращения шнека, мин⁻¹;

R_2 и R_1 – наружный и внутренний радиусы шнека, см;

S – шаг витков винтовой линии шнека, см ($S = mS_0$, S_0 расстояние между смежными витками);

b_2 и b_1 – ширина винтовой лопасти в ее нормальном сечении по наружному и внутреннему радиусам шнека, см;

a – угол подъема винтовой линии, град, рассчитывают по формуле:

$$tg a = \frac{S}{2\pi R_{cp}}. \quad (13.2)$$

где R_{cp} – средний радиус шнека, см ($R_{cp} = (R_1 + R_2)/2$);

$K_{\text{н}}$ – коэффициент заполнения межвиткового пространства тестом, определяется в зависимости от геометрических параметров шнека по номограмме (рисунок 13.1);

$K_{\text{п}}$ – коэффициент прессования теста (учитывает степень уменьшения его объема в шнековом канале при переходе из крошкообразного состояния в спрессованное):

$$K_{\text{п}} = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{т}}} \frac{P_{\text{н}}}{\left(12,9 = \frac{176,7}{W_1}\right) \cdot 10^{-3} p + 1,373}. \quad (13.3)$$

где R_H – плотность насыпного теста, г/см³ ;
 R_T – плотность спрессованного теста, г/см³ ;
 W_1 – начальная влажность теста, %;
 p – давление прессования, МПа;
 K_c – коэффициент (приведенный), учитывающий качество прессования ($K_c = 0,9 \dots 0,95$)

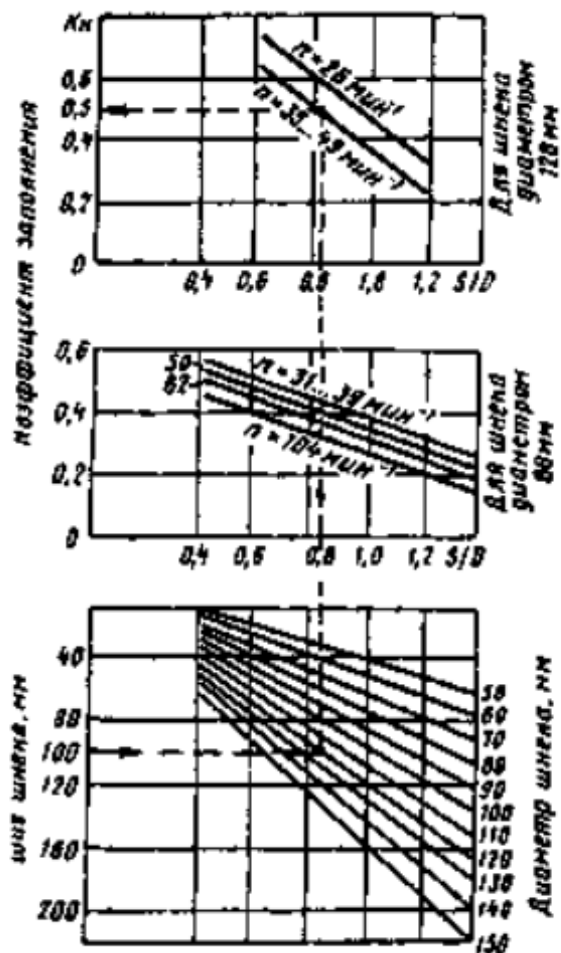


Рисунок 13.1 – Номограмма для определения коэффициента заполнения шнека

Теоретическая производительность нагнетающего шнека, не учитывающая факторы, уменьшающие подачу теста шнеком

$$Q_T = 0,25 m p_T n (R_2^2 - R_1^2) \left(S - \frac{b_2 + b_1}{2 \cos \alpha} \right). \quad (13.4)$$

Мощность (кВт) привода шнека

$$N = 215 p n t g \alpha (R_2^3 - R_1^3) \cdot 10^{-6} \quad (13.5)$$

При расчете макаронной матрицы определяют ее производительность (пропускную способность) и с целью определения допустимой нагрузки рассчитывают на прочность.

Производительность матрицы (кг/ч) по сухим изделиям

$$Q = 3600vpf \cdot \frac{100-W_1}{100-W_2} \quad (13.6)$$

где v – скорость течения теста по формующим каналам, м/с;

f – площадь живого сечения матрицы, M^2 ;

W_2 – конечная влажность продукта, %.

Площадь (M^2) живого сечения матриц в зависимости от вида изделий определяют по формулам:

а) для макарон (трубчатых изделий)

$$f_1 = \frac{n_0(d_H^2 - d_B^2)}{4}, \quad (13.7)$$

где n_0 – число формующих отверстий в матрице;

d_H – диаметр формующего отверстия, м;

d_B – диаметр вкладыша, м;

б) для вермишели

$$f_2 = \frac{n_0 \pi d^2}{4}, \quad (13.8)$$

где d – диаметр формующего отверстия, м;

в) для лапши

$$f_3 = n_0 ba, \quad (13.9)$$

где b – длина формующего отверстия, м;

a – ширина формующего отверстия, м

Площадь матрицы, m^2 ,

$$f = \frac{f}{K_f}$$

(13.10)

где K_f – коэффициент живого сечения матрицы (таблица 13.1).

Диаметр круглых матриц, м,

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}.$$

(13.11)

Длина прямоугольных матриц, м,

$$L = \frac{F}{B},$$

(13.12)

где B – ширина прямоугольной матрицы, м ($B = 0,1$ м).

Таблица 13.1 – Коэффициенты живого сечения макаронных матриц

Макаронные изделия	Диаметр (размер), мм	Число отверстий в матрице	K_f
Макароны	7,0	520	0,203
	5,5	464	0,187
	5,5	600	0,137
Рожки	5,5	462	0,156
	5,5	454	0,849
Вермишел	1,5	1938	0,150
	2,5	1122	0,062
Лапша	5,0×1,0	436	0,020
	4,0×1,0	1140	0,079

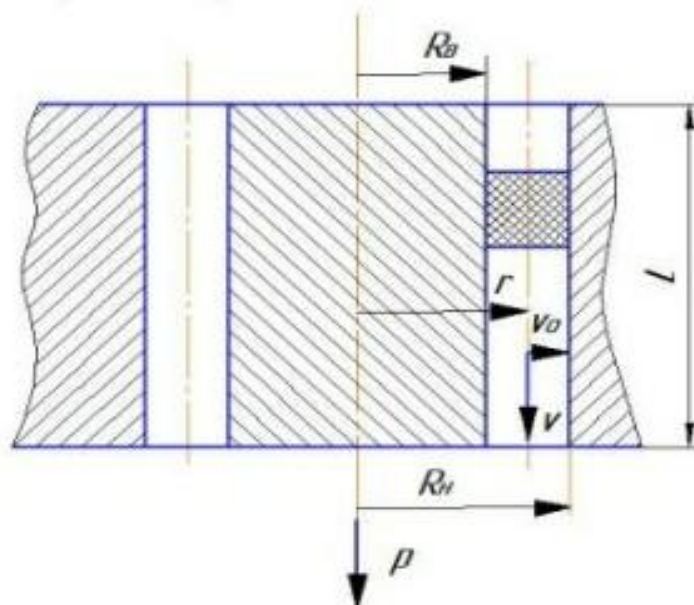


Рисунок 13.2 – Схема течения теста по кольцевому каналу матрицы

$$v = v_o + \frac{1}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} + \rho_r g \right) \left(\ln \frac{R_H}{R_B} \right)^{-1} \left[(R_H^2 - R_B^2) \ln \frac{r}{R_B} - (r^2 - R_H^2) \ln \frac{R_H}{R_B} \right] \quad (13.13)$$

где v_o – скорость скольжения, принимаем $v_o = 0$;

μ – динамическая вязкость, зависит от влажности макаронного теста,

Па·с ($\mu = 0,4 \cdot 10^4 \dots 0,5 \cdot 10^6$ Па·с);

dp/dz – перепад давления по длине формующего канала, Па/м, можно представить как dp/l (dp – перепад давления формования, Па; $dp = 2 \dots 6 \cdot 10^6$ Па; l – длина канала; $l = 0,003 \dots 0,007$ м); R_H – наружный радиус трубки макарон, м; R_B – внутренний радиус отверстия трубки, м; r – радиус от оси кольцевого канала, м,

$$r = \frac{R_H - R_B}{2} + R \quad (13.14)$$

б) для вермишели

$$v = v_o + \frac{R^2}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} + \rho_r g \right) \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] \quad (13.15)$$

где R – радиус сечения формующего отверстия, м; $r = R/2$, м;

в) для лапши

$$v = v_o + \frac{1}{4\mu} \left(\frac{dp}{dz} + \rho_r g \right) \frac{b^2 - a^2}{2} \quad (13.16)$$

где b и a – длина и ширина формующего отверстия, м.

Для прямоугольных матриц при расчете минимальной толщины (мм) можно использовать формулу

$$H = B \sqrt{\frac{A_p}{[\sigma]}} \quad (13.17)$$

где A_p – коэффициент, величина которого в зависимости от диаметра отверстий и числа продольных рядов в матрице составляет 1,4...13,7; $[\sigma]$ – допустимое напряжение материала матрицы, МПа ($[\sigma] = 240 \dots 300$ МПа).

Задание

Задание 1. Определите производительность и мощность привода однозаходного прессующего устройства макаронного пресса для формования теста влажностью 30 % при давлении 8 МПа. Шнек имеет следующие характеристики: наружный диаметр 120 мм, диаметр вала 55 мм, шаг винтовой линии 100 мм, ширина винтовой лопасти в ее нормальном сечении по наружному и внутреннему радиусам соответственно 5 и 25 мм, частота вращения шнека 41 мин^{-1} .

Задание 2. Определить диаметр и производительность круглой матрицы для формования макаронных изделий диаметром 5,5 мм с толщиной стенки 1,5 мм, если в матрице 600 отверстий. Влажность теста следует принять равной 30%. Конечную влажность продукта принять равной 13%. Перепад давления формования принять равным $2 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Толщину матрицы принять равной 0,006 м. Динамическую вязкость теста принять равной $0,43 \cdot 10^6$. Плотность спрессованного теста принять равной 1430 кг/м^3 . Скорость скольжения теста принять равной 0,01 м/с.

Задание 3. Определите производительность машины для формования тестовых заготовок при следующих данных: скорость выпрессовывания $0,8 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$, число формирующих отверстий 3, диаметр отверстия 0,05 м. Найти массу отрезаемой дольки, если число струн 2 и частота их вращения 30 мин^{-1} .

Задание 4. Определите производительность тестоокруглительной машины с рабочим органом в виде конической чаши, если масса тестовой заготовки 0,85 кг (плотность теста 1100 кг/м^3), частота вращения рабочего органа 60 мин^{-1} , диаметр чаши в месте загрузки 0,40 м, коэффициент отклонения размеров куска 0,82, коэффициент отставания 0,20.

Задание 5. Определите производительность ленточной тестоокруглительной машины, если скорость несущей ленты 1,5 м/с, формирующей 0,5 м/с, коэффициент проскальзывания 0,8, шаг между кусками 0,75 м.

СПИСОК РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологическое оборудование отрасли [Электронный ресурс] : учебное пособие / П. С. Беляев, Д. Л. Полушкин, П. В. Макеев, И. В. Шашков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2018. – 82 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570554>
2. Спичак, В. В. Технологическое оборудование свеклосахарных заводов [Текст] : учебное пособие / В. В. Спичак, М. И. Егорова, Н. В. Ермакова; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2012. - 147 с.
3. Медведев, П. В. Тестомесильные машины и тестоприготовительные агрегаты : учебное пособие / П. В. Медведев, В. А. Федотов, Е. Я. Челнокова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 156 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=439229 (дата обращения: 17.09.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1236-9. – Текст : электронный.
4. Слесарчук, В. А. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Слесарчук. – Минск : РИПО, 2015. – 371 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463685>
5. Хамитова, Е. К. Оборудование пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. К. Хамитова. – Минск : РИПО, 2018. – 248 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487985>
6. Технологическое оборудование хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, М. Г. Магомедов, Ю. Н. Труфанова ; науч. ред. Г. О. Магомедов ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – 2-е изд. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 185 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482007>
7. Василевская, С. Практикум по технологическому оборудованию

пищевых производств [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. Василевская, В. Полищук ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2012. – 217 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259366>

8. Керженцев, В. А. Проектирование оборудования пищевых производств [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. А. Керженцев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. – Ч. 2. Ациклически работающие машины. – 78 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229039>

9. Бутковский, В. А. Технологическое оборудование мукомольного производства [Текст] : учеб. пособие для студ. вуз. / Г. Е. Птушкина. - М. : ГП Журнал Хлебопродукты, 1999. – 208 с.

10. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование : хлебопекарное, макаронное и кондитерское [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. М. Хромеенков, М. Е. Чернов. - М. : Академия, 2004. - 432 с. - (Среднее профессиональное образование).

11. Драгилев, А. И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК [Текст] : учебник / А. И. Драгилев, В. С. Дроздов. - М. : Колос, 2001. – 352 с.

12. Хромеенков, В. М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик [Текст] : учебное пособие / В. М. Хромеенков. - СПб. : ГИОРД, 2004. – 496 с.

