ГОД II № 2 (3) 1930 г.

Механико-Технологический Учебно-Производственный Комбинат Технологии Зерна и Муки им. т. Сталина.

ИЗВЕСТИЯ

ОДЕССКОГО ИНСТИТУТА ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНА и МУКИ

Das Stalin's Namen führende Mechanisch Technologische Lehr und Industrie Kombinat für Korn und Mehl-Technologie in Odessa

MITTEILUNGEN

des INSTITUTS für KORN und MEHL-TECHNOLOGIE in ODESSA

ИЗДАНИЕ ИНСТИТУТА Т. З. и М.

1930

ГОД I № 2 (3) 1930 ГОД.

ИЗВЕСТИЯ

ОДЕССКОГО ИНСТИТУТА ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНА и МУКИ

РЕДАКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ: ПРОФ. ГИРШСОН, В. Я., ДОЦЕНТ ДЕЛАРЮ, И. Э., ПРЕП. ДМИТРИЕВ, Б. С., ИНЖ. ОЗОЛИН, Н. И., ТРАХТЕНГЕРЦ, А. И., АСПИРАНТЫ: МИХЕЛЕВ, А., ПАНЧЕНКО, А. В., ШЕХТМАН, М. Л., ФЛЕЙШМАХЕР, Б. Ю., ДАВЫДОВ, Б. Б., СТУДЕНТЫ: СЕРДЮКОВ, В. И., УГОЛИК, Н. Ф., ШАЛИК, М. А.

Издатель: **Институт**. Ответственный редактор: **Редкомитет**

АДРЕС: ОДЕССА, ул. ЩЕПКИНА, № 5.

MITTEILUNGEN

DES INSTITUTS FÜR KORN UND MEHL-TECHNOLOGIE IN ODESSA

An der Redaktions Komitet nehmen Anteil: prof. GIRSCHSON, W. J., doz. DELARUE, I. E., DMITRIEW, B. S., ing. OSOLIN, N. I., TRACHTENGERZ, A. I. Aspieranten: MICHELEW, A., PANTSCHENKO, A. W., SCHECHTMAN, M. L., FLEISCHMACHER, B. J., DAWYDOW, B. B., Studenten: SERDÜKOW, W. I., UGOLIK, N. V., SCHALIK, M. A.

Adresse: ODESSA, TSCHEPKINA-Str, № 5.

ИЗДАНИЕ ИНСТИТУТА Т. З. и М.

1930

Критический анализ методов расчета вентиляции [1]).

Инж. А. В. Панченко.

Аспирант научно-исследовательской кафедры прикладной механики при ОПИ им. Петровского

Несмотря на важность правильно поставленной аспирации мельничных предприятий с санитарно-гигиенической точки зрения в смысле охраны труда, несмотря на большую значимость вентиляции в технологических процесах обработки зерна, несмотря на роль, которую играют вентиляционные установки в энергетических балансах мельничных предприятий, проектировщики вентиляционных сетей до сих пор находятся в крайне затрудненном положении, вследствие наличия большого ряда неувязок и неопределенностей, имеющихся в вопросах вентиляции. Вскрыть основные из них—цель данной статьи.

Основная задача, которую приходится решать проектировщику мельничной аспирационной сети, представляется в следующем общем виде:

1) по заданным количествам воздуха для каждого ответвления, примыкающего к машине;

2) по заданной скорости в трубопроводах;

3) по заданным сопротивлениям каждой отдельной машины;

4) по заданной схеме расположения воздуховодной сети определить необходимый статический и динамический напоры эксгаустора.

Состояние вопросов мельничной вентиляции и даже вентиляции вообще на сегодняшний день таково, что данная задача даже в этом простом виде совершенно неопределенна и может дать большое количество крайне противоречивых решений.

С одной стороны ряд необходимых данных, количество воздуха, потребного к отсасыванию из мельничных машин, имеющийся в литературе, технически совершенно не обоснован. Все приведенные обоснования заключаются в предпосылках: „практика установила определенные данные“, „приводим практические данные лучших заграничных фирм“ и т. п.

Для иллюстрации объективной ценности этих практических данных приводим ниже выдержки из наиболее распространенных авторов для главнейших мельничных машин, наждачной обойки, вальцевого станка, рассева и веечной машины.

---

[1]) Работа зачтена в январе 1930 г.

Объемы воздуха, подлежащие отсасыванию из основных мельничных машин.

I. Обоечные машины.

1) По Sacher'y, R.:

на 0,1 мтр. диаметра барабана 6 м.^{3}/мин=0,1 м^3/сек.

След., на средней велич. нажд. маш. d барабана = 600 мм.

$$V = 36 \text{ м}^3/\text{мин.} = 0{,}6 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

2) По Козьмину, П. А.:

обойка нажд. горизонтальная пр. 1000 пуд/сутки требует 30 ÷ 35 м^2 ткани; следов.:

$$V = 30 \times 7{,}5 \div 35 \times 7{,}5 = 225{,}0 \div 262{,}5 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

3) По Рейсиху, В. Г.:

обойка наждачная той же произв. (60 пуд/час) требует 42 м^2 фильтр. ткани, считая на 1 м^2 ткани от 3-х до 6-ти м^3/мин воздуха. След.:

$$V = 42 \times 3 \div 42 \times 6 = 126 \div 252 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

II. Вальцевые станки.

1) По Sacher'y, R.:

на 0,1 мтр. рабочей щели для пшеницы

для нарезн. систем — 0,45 м^3/мин. = 0,0075 м^3/с.

„ гладких „ — 0,90 м^3/мин. = 0,0150 м^3/с.

Для 4-х вального станка длиной щели каждой пары в 1,0 мтр. ≅ 40″

$$V \text{ нар.} = 4{,}5 \times 2 = 9{,}0 \text{ м}^3/\text{мин.} = 0{,}15 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$V \text{ гл.} = 9{,}0 \times 2 = 18 \text{ м}^3/\text{мин.} = 0{,}30 \text{ м}^3/\text{с.}$$

2) По Козьмину, П. А.:

на 1 мтр. длины пары вальцев для пшеницы 1,25 ÷ 1,75 м^3 ткани. След., для 4-х вального станка в 1,0 мтр.

$$V = 2 \times 1{,}25 \times 7{,}5 \div 2 \times 1{,}75 \times 7{,}5 = 18{,}8 \div 26{,}3 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

3) По Рейсиху, В. Г.:

для 4-вального 40″ × 10″

$$V = 20 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

4) По Гиршсону, В. Я.:

для 4-х вального станка

$$V = 12 \text{ м}^3/\text{мин.} = 0{,}2 \text{ м}^3/\text{с.}$$

5) По Куприцу, Я. Н. (американские наблюдения):

для 4-х вального станка

$$V = 2 \times 9{,}5 = 19 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

6) На наших предприятиях мы имеем, в большинстве случаев от

4-х вального станка 2 трубы ⌀ по 100 м/м при скорости в них около 6 м/с. Это определяет

$$V = \frac{2\pi 0,1^2}{4} \times 6 \times 60 = 5,7 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

III. Рассева.

1) По Sacher'у, R.:

на 1 м² ситовой поверхн. для пшеницы:

для дранья—0,60 м³/мин;—0,010 м³/с.,

для размола—0,75 м³/мин.—0,12 м³/с.,

для двукорпусного десятирамного рассева Мельстроя, вып. 1924 г., размером рам 1600 × 925 мм², общей ситовой поверхностью =

$$= 2 \times 10\ (1,600 - 0.050)\ (0.925 - 0.050) = 27 \text{ м}^3/\text{с.}$$

$$V \text{ др.} = 16,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

$$V \text{ разм.} = 20,2 \text{ м}^3/\text{мин.} = 0,34 \text{ м}^3/\text{с.}$$

2) По Козьмину, П. А.:

для рассевов следует брать 50% воздуха, потребного для вентиляции вальцевых станков. Один двухкорпусный рассев принимает в среднем на 4 приема продукцию 2-х вальцевых метровых станков. След.,

$$V = \frac{2 \times 18,8}{2} \div \frac{2 \times 26,3}{2} = 18,8 \div 26,3 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

на один двухкорпусный рассев.

3) Рейсих, В. Г., не дает никаких указаний

4) Кеттенбах. 1,2 м² до 2 м² для одного двухкорпусного рассева на пшеницу при 6 м³/мин. на 1м² ткани

$$V = 1,2 \times 6 \div 2 \times 6 = 7,2 \div 12 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Вейки:

1) По Sacher'у, R.:

На 0,1 м. рабочей щели 6,0 м³/мин.;

Для среднего размера вейки l = 450 м/м. двойной

$$V = 2 \times 27 \text{ м}^3/\text{мин.} = 54,0 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

2) По Козьмину, П. А.:

для вейки типа „Реформа" двойная l = 450 м.м. 35 — 40 м² ткани. След.,

$$V = 35 \times 7,5 \div 40 \times 7,5 = 263 \div 300 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

3) По Рейсиху, В. Г.:

для двойной вейки l = 17″ = 430 м.м. ткани 60 м²

$$V = 60 \times 3 \div 60 \times 6 = 180 \div 360 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Из приведенных примеров становится ясной совершенная неопределенность имеющихся в литературе данных. Так, для обоечной ма-

шины, вместо сколько-нибудь определенной цифры, мы имеем противоречивый ряд:

36	126	362 м³/мин.
(Sacher)	(Рейсих)	(Козьмин).

То же для вальцевого станка

5,7	9,0	12	19	26,3 м³/м
(м-ца № 52)	(Sacher)	(Гиршсон)	(Куприц)	(Козьмин)

и для рассева

7,2	16,2	26,3 м³/мин.
(Кеттенбах)	(Sacher)	(Козьмин)

и для веек

54,0	180	263	360 м³/мин.
(Sacher)	(Рейсих)	(Козьмин)	(Рейсих)

Крайние значения литературных данных разнятся между собой в 5 и в 6 раз, т. е. делают употребление их совершенно невозможным, предоставляя проектировщику путь свободного выбора, который всегда и неизбежно приведет к нерационально-спроектированной установке либо неэкономичной, либо неудовлетворяющей технологическим требованиям.

Приведенные нормы неудовлетворительны еще и по другой причине. Даже если бы данные всех приведенных авторов вполне сходились, то все же нельзя было бы согласиться с принципиальным построением норм в таком виде, в каком они обычно даются.

Дробление зерна с целью извлечения из него круп и муки состоит из длинного ряда последовательных процессов, весьма резко различающихся меж собой по интенсивности воздействия. Задачи мельничной вентиляции должны быть рассматриваемы с трех точек зрения:

1) удаление образующейся на данном процессе количества пыли,
2) удаление выделяющегося при дроблении тепла и
3) удаление испаряющейся при дроблении влаги.

Устанавливая таким образом три специальные задачи мельничной вентиляции, мы считаем совершенно неправильным построение норм для какого-то отвлеченного вальцевого станка. Если для 1 дранья, при наружной температуре около 15°, температура продукта поднимается лишь до 18°, то на последних вымалывающих системах эта температура доходит до 45°.

В соответствии с увеличением интенсивности воздействия на обрабатываемый продукт растет количество выделенной теплоты и влаги; в связи с этим должно расти и количество отсасываемого воздуха.

Таким образом, упомянутые нормы нужно строить не для отвлеченных машин (станок или рассев), а для определенных систем (1 дранье, 6 дранье, 12 размоль-

ный) и режимов помола, что сделает эти нормы значительно более определенными.

Второй ряд задаваемых данных скорости в трубопроводах, применительно к условиям мельничных предприятий, также не имеет сколько-нибудь строго обоснованных пределов. В своей работе инж. Блесс выводит, исходя из стоимостей самого трубопровода и его эксплоатации, величину экономически выгодной скорости, при которой стоимость годовой эксплоатации установки будет минимальной. В общем виде величина „экономической скорости“

$$V = 0{,}75 \sqrt[3]{\frac{r \cdot z}{BS + \frac{pz'}{30000}}}$$

или пренебрегая незначительной величиной дроби $\frac{pz'}{30.000}$, что создаст ошибку около 1%, имеем для практических целей выражение

$$V = 0{,}75 \sqrt[3]{\frac{rz}{BS}},$$

где r—стоимость установленного метра длины воздухопровода диаметром в 1 метр,

z — %% на капитал и амортизация трубопровода.

B — стоимость 1 ЛСЧ,

S — число часов суточной работы.

Для наших условий эти величины равны:

1) r—кровельное 12 фунт. железо—4 листа	5 р. — к.
обручное железо 2 кило	— р. 65 к.
рабсила с установкой и навесками .	5 р. — к.
	10 р. 65 к.

2) z—капитализация 7%
амортизация 13%
z = 20%

3) B—стоимость 1 ЛСЧ при дизельной установке в условиях заводоуправления одесских госмельниц равна около 3,5 коп. ЛСЧ.

4) S = 24 часа

При этих величинах экономическая скорость

$$V = 0{,}75 \sqrt[3]{\frac{1065 \times 20}{3{,}5 \times 24}} = 4{,}75 \text{ м/с.}$$

Обычно употребляемые в мельничной практике скорости составляют 8, 10, 12 и выше м/с. Специфические задачи мельничной вентиляции, которая наряду с прочими условиями должна осуществлять транспортирование значительных количеств пыли, оправдывают несколько применение этих повышенных, против экономической, скоростей.

Но все же в пределах от 6 м/с. (эта скорость также является

транспортирующей для некоторых видов мельничной пыли) до 12 м/с. расчетчик предоставлен самому себе и не имеет никаких указаний на счет рационального выбора скорости, несмотря на то, что расход энергии на проектируемую установку изменяется пропорционально квадрату скорости.

Таково положение не только в мельничной, а и в целом ряде других промышленностей. Так, напр., Ленинградский ГОТ, проведший большое количество обследований обеспыливающих вентиляционных установок в текстильной, металлообрабатывающей, табачной, мельничной и др. группах промышленности в „Трудах научно-исследовательской секции" (см. указатель литературы), заключает, что „назначение скоростей носит в значительной степени случайный характер, что видно хотя бы из того, что при составлении проектов вентиляции одних и тех же запыленых мастерских составители проектов избирают скорости разнящиеся иногда на 50 и более, иногда до 100%. Между тем, ясно, что назначение скоростей, превышающих размеры действительной потребности, значительно удорожает как первоначальное устройство, так и, главным образом, эксплоатационные расходы, во всяком случае довольно высокие при подобных устройствах" (стр. 337).

Решение задачи рационального техно-экономического выбора скоростей на различных участках разветвленного трубопровода должно следовать положению:

Скорость должна быть не меньше экономической (~5 м/с), но и не больше надежно транспортирующей данный вид пыли.

Третий ряд данных, который должен быть задан проектировщику, сопротивления каждой мельничной машины, в литературе совершенно отсутствует, за исключением общих выражений для фильтров, выражений все же не проверенных опытом в условиях мельничных предприятий. Здесь проектировщик пока принужден пользоваться еще менее надежными, чем предыдущие, устными практическими нормами.

Из всего изложенного ясно, что данные, которые должны быть положены в основу последующего проектирования установки, весьма неопределенны и часто крайне противоречивы, вследствие чего действительно рациональное проектирование вентиляционных сетей мельничных предприятий при современном состоянии вопроса не представляется возможным.

Детальное знакомство с литературой приводит к заключению, что фактически оригинальных методов расчета вентиляционных установок существует всего лишь два: один, широко распространенный в практике проектирования мельничных предприятий, „метод эквивалентных сечений", принадлежащий д-ру инж. Блессу, и другой классический метод Ритшеля-Браббе, менее известный и почти не употребляемый в мельнично-строительной практике. Все же остальные способы расчета являются либо переложением одного из методов, либо некоторым не принципиальным изменением их (как, например, у Р. Карга).

В применении к поставленной выше в общей форме задаче (по количествам воздуха, скорости его, схеме трубопровода и проч., найти необходимое разрежение) метод Блесса заключается в последовательной замене каждого участка разветвленного трубопровода, так называемым, эквивалентным отверстием, в суммировании отдельных эквивалентных отверстий до полной замены всего сколь угодно сложного трубопровода одним эквивалентным отверстием, по величине которого, на основании равенства

$$\frac{Q}{60 . F_{ae}} = v_{ae} = 4 \sqrt{H},$$

и находится величина необходимого давления

$$H = \left(\frac{Q}{240 . F_{ae}}\right)^2,$$

где Q — минутная производительность трубопроводов в $м^3$;

F_{ae}—эквивалентное отверстие в $м^2$;

$$4 = \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \text{ при } \gamma = 1{,}226 \text{ кл/м}^3 \text{ воздуха;}$$

H—напор в мм. в. с.

Вся задача последовательно-паралельного суммирования эквивалентных отверстий решается простым, чисто графическим путем, при помощи специального атласа кривых.

Соответственно изложенному, метод Ритшеля-Браббе в применении к вентиляционной сети с принудительной циркуляцией (не естественной) заключается в раздельном подсчете сопротивлений трения и местных сопротивлений наиболее неблагоприятного стояка с последующим суммированием этих двух родов сопротивлений. Расчет ведется чисто аналитическим путем и сводится к вычислению выражения:

$$H = \Sigma R . l + \Sigma \xi \gamma \frac{v^2}{2g};$$

где R—сопротивление от трения на 1 м. круглой трубы диаметром d в мм. в. ст.;

l—длина участка трубопровода в м.;

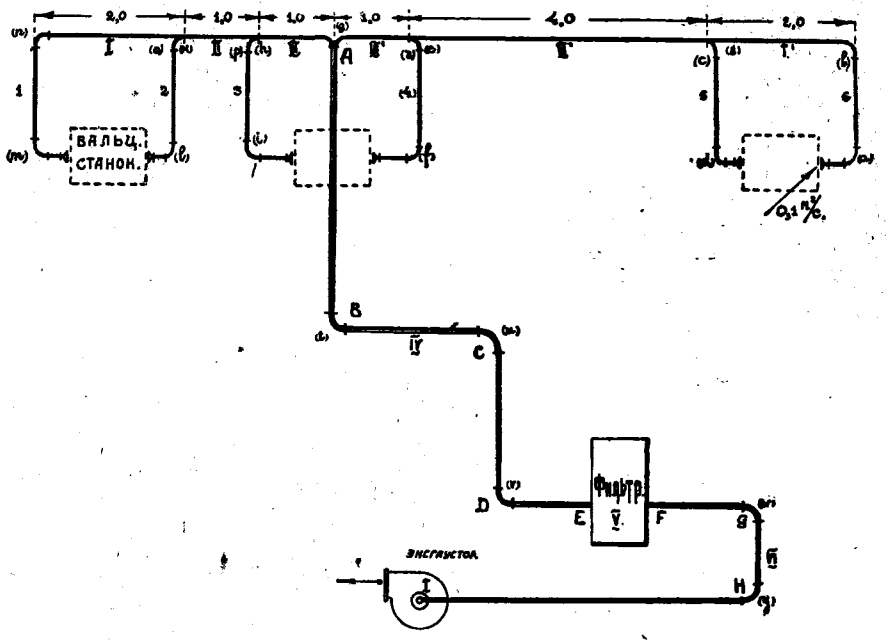
ξ—коэффициент местного сопротивления;

v—скорость воздуха на каждом данном участке.

Таково в общих чертах различие между двумя наиболее распространенными в инженерной практике методами расчета разветвленных трубопроводов. Оба метода одинаково признаны и равно распространены среди инженерных работников, с внешней стороны не имеют сколько-нибудь принципиальных расхождений, и вопрос о выборе того или иного метода обычно свободно решается каждым проектировщиком в зависимости от его личной склонности к графическому либо аналитическому методу вычислений.

Но, несмотря на большую распространенность обоих методов, идентифицировать их вообще или отождествлять, хотя бы по конечным результатам, ни в коем случае нельзя. Для иллюстрации того, насколько велики практические противоречия существующих двух методов, нами ниже приводятся примерные расчеты одной и той же сети, проведенные по Блессу и параллельно по Ритшелю.

Для примера взят небольшой всасывающий мельничный трубопровод, обслуживающий три вальцевых станка. Расположение всего трубопровода и размеры его отдельных участков взяты для последующего сравнения из книги проф. Гиршсона, где на страницах 63—75 приводится пример проектирования аспирационной установки. Ниже дана схема расположения этого трубопровода, а в табл. 1 (стр. 21) сведены все последовательные данные графического вычисления суммарного эквивалентного сечения всей сети, проведенного в строгом соответствии со всеми основными принципами метода Блесса.



Участок IV — ABCDE — 8 мтр.
„ VI — FGH — 5 мтр.

1) Через каждое устье от 1 до 6 необходимо протянуть 0,1 м³/сек.

2) Скорость в трубках от 1 до 6 участка. V 1 ÷ 6 = 9 = м/сек.
I до III и I¹ до III¹ — v = 4 м/сек.
IV до VI — v = 8 м/сек.

3) Диаметры отдельных участков воздухопроводов определяем в зависимости от количеств воздуха и скоростей, выравнивая сопротивление в паралельно присоединяемых участках применением местных сопротивлений.

Как видно из данной таблицы, в подсчете общего эквивалентного сечения учтены и потери Карно, приведенные также к эквивалентным отверстиям. Так, при переходе участков от 6 к I′,5 к II¹, 4 к III¹, 1 к I,

2 к II и 3 к III происходит изменение скорости от 9 м/с к 4 м/с.; соответствующая этому изменению потеря напора

$$H_k = \frac{\gamma}{2g}(v_1 - v_2)^2 = 0{,}0625\ (9-4)^2 = 1{,}56 \text{ м.м. в. ст.}$$

При переходе от участка III к IV мы имеем

$$H'_k = 0{,}0625\ (4-8)^2 = 1{,}00 \text{ м.м. в. ст.}$$

Соответствующие этим потерям. эквивалент сечения будут равны

$$F_{aek} = \frac{q}{4\sqrt{H}} = \frac{0{,}1}{4\sqrt{1{,}56}} = 0{,}020 \text{ м}^2$$

$$F_{aek} = \frac{q}{4\sqrt{H}} = \frac{0{,}3}{4\sqrt{1{,}0}} = 0{,}075 \text{ м}^2$$

Общее эквивалентн. сечение всей сети без фильтра, сопротивление которого исключено также и при подсчете по другим авторам (для возможности сравнения), равно из табл. 1

$$F_{ae} = 0{,}0425 \text{ м}^2,$$

откуда необходимое разрежение у всасывающего отверстия эксгаустора

$$H_B = \left(\frac{0{,}6}{4 \times 0{,}0425}\right)^2 = 12{,}45 \text{ мм : b. ст}$$

Но этот же трубопровод, подсчитанный по методу Ритшель-Браббе, согласно всем данным, изложенным в последнем VII немецком издании (расчет сведен в таблицу II), требует для создания тех же скоростей и производительности трубопровода разрежения

$$H_k = 28{,}08 \text{ мм в. ст.},$$

т. е. в 2,25 раза больше.

Не предрешая вопроса о правильности той или иной цифры, такое расхождение указывает на наличие принципиальных расхождений в данных, легших в основу каждого из двух существующих методов, ведущих к недопустимо большой неуверенности в правильности проектирования.

Положение проектировщика усугубляется еще и тем обстоятельством, что авторы последующих работ по вентиляции (Гронвальд, Гиршсон и др.), излагая метод либо Блесса, либо Ритшеля, допускают в изложении ряд ошибок, необоснованных положений, противоречащих оригинальным положениям Блесса и Ритшеля и еще более искажающих результаты проектирования.

Так, например, проф. Гиршсон в упомянутой работе, подсчитывая разрежения, необходимые для того же трубопровода, к каждому участку вместо эквивалентного отверстия выхода, равного сумме эквивалентных сечений предыдущих участков, прибавляет собственное гео-

метрическое сечение выхода, что, конечно, значительно увеличивает полученные им результаты. Тот же трубопровод при всех равных, как и выше, условиях требует разрежения (см. стр. 69).

$$H_г = 54{,}73 - 30{,}00 = 24{,}73 \text{ мм. в. ст.},$$

т. е. почти вдвое больше, чем по основным положениям Блесса, несмотря на то, что расчет проведен для иллюстрации приложения его метода. Также Гронвальд, излагая в своей работе расчет разветвленных трубопроводов по Ритшелю-Браббе, допускает ряд положений, противоречащих основным положениям автора метода.

Вместо подсчета сопротивлений наиболее неблагоприятного стояка, Гронвальд, во-первых, суммирует все потери на трение, независимо от того, как присоединен каждый данный участок, параллельно или последовательно к общей сети; во-вторых, суммирует все местные сопротивления также независимо от их способа присоединения.

Таким образом, тот же трубопровод, подсчитанный в четвертый раз по Гронвальду (см. табл. 3 и 4, стр. 23, 24) требует разрежения

$$H_s = hs' + hs'' = 26{,}14 + 35{,}56 = 61{,}7 \text{ мм. в. ст.},$$

т. е. в 2,2 раза больше чем по Ритшелю и в 5 раз больше, нежели по Блессу.

Приведенные примеры свидетельствуют о крайне неудовлетворительном состоянии общих методов расчета вентиляционных сетей. Если не придавать особого значения ошибкам, допускаемых отдельными авторами, роль которых сводится к неудачному изложению классических методов, то все же следует обратить внимание на анализ причин, обусловливающих указанную большую разницу в результатах применения методов Блесса и Ритшеля.

Как известно, суммарный напор выражается Блессом в общем виде, как сумма сопротивлений:

H_e = входа в трубопровод,
$H_г$ = сопротивления трения,
H_a = давления выхода;

$$H = H_e + H_г + H_a \text{ мм в. ст.},$$

где каждый член и общая сумма соответственно равны;

$$H = \xi_r \gamma \frac{v^2}{2g} + \lambda l \gamma \frac{v^2_e}{2gD} + \gamma \frac{v^2}{2g},$$

где D и l диаметр и длина трубы в метрах, ξ_e коэффиц. сопротивления входного отверстия.

Ритшель-Браббе выражает общий потребный напор в виде суммы потерь на трение, местные сопротивления и динамический напор.

$$H = R.l + \Sigma\, \xi\, \gamma \frac{v^2}{2g} + \gamma \frac{v^2_1}{2g}.$$

Рассматривая величину суммарного напора в таком виде, мы можем найти разницу, заключающуюся лишь в том, что Блесс из местных сопротивлений выделяет в отдельный член лишь сопротивление входа (ξ_e), суммируя все остальные сопротивления в потерях на трение через перевод этих сопротивлений в эквивалентные длины. Это обстоятельство не может, конечно, обусловить той разницы в результатах, которая была показана в примерных расчетах.

Оставляя в стороне величину давления выхода $\left(\frac{v^2}{2g}\gamma\right)$, которая в обоих случаях равна, обратимся к сравнительному анализу величин потерь трения и местных сопротивлений.

Величина удельного сопротивления трения на 1 мтр. трубы приводится Блессом в том виде, в каком она дана была Вейсбахом для круглых труб,

$$H_r = \lambda \frac{1}{D} \gamma \frac{v^2}{2g} \text{ (мм. в. ст.)}$$

Сопротивление трению на 1 мтр. длины трубы, по Ритшелю,

$$R = \frac{p_2 - p_1}{l} = b\,\gamma^{0.852} \frac{v^n}{b^m},$$

где член $b\,\gamma^{0.852}$ — выражает зависимость от вязкости протекающего газа (b) и его удельного веса (γ). Величива (d) выражена в мм. При 20°C при γ равным 1,2 клгр./м³ величина

$$b \,.\, \gamma^{0.852} = 6{,}61 \text{ (для воздуха).}$$

Величина показателя степени m в пределах диаметров труб, встречающихся в вентиляционной практике, не зависит от размера трубы, ее формы и состояния поверхности и по ряду опытов принята Ритшелем равной 1,288; величина показателя n в весьма большой степени зависит от состояния поверхности труб, но принята Ритшелем также в виде средней постоянной величины для чистых медных и железных труб

$$n = 1{,}924$$

Таким образом, для воздуха влажностью около 50% при температуре 20°C и давлении 760 мм. ртутного столба величина R принимает следующий вид:

$$R = 6{,}61 \frac{v^{1{,}924}}{b^{1{,}281}} \text{ мм. в. ст.}$$

Для возможности сравнения меж собой выражений H_r (по Блессу) и R (по Ритшелю) постараемся привести

$$\lambda \frac{1}{D} \gamma \frac{v^2}{2g}$$

к виду выражения, данного Ритшелем, вводя численную постоянную для

$$\frac{\gamma}{2g} = \frac{1}{16}$$

и выражая для приведения к однородному виду диаметр в мм.,

$$d = 1000\ D \text{ мм.}$$

получим

$$H_r = \lambda \frac{1000}{1000\ D} \cdot \frac{v^2}{16} = 62{,}4\ \lambda \frac{v^2}{d} \qquad [1]$$

Коэфициент трения λ, в пределах употребляемых в вентиляционной технике от 6 до 22 метров в секунду, Блесс выражает исключительно в зависимости от диаметра трубы, пренебрегая влиянием скорости

$$\lambda = 0{,}0125 + \frac{0{,}0011}{D} \qquad [2]$$

Последние же работы Ритшеля указывают как раз на значительную зависимость величины λ от скорости, а именно:

$$\lambda = 4\,\rho = 4\left(0{,}0039 + \frac{0{,}0029}{v} + \frac{0{,}00337}{\pi D} + \frac{0{,}00878}{v \pi D}\right)$$

Это произвольное допущение Блесса, вызванное лишь необходимостью уложить все расчетные данные в атлас кривых, влечет за собой ощутительную разницу в величинах λ, особенно в пределах диаметров и скоростей наиболее часто употребляющихся в мельничных предприятиях.

Заменив в выражении (2) величину D в м. на d в мм. и приведя его к общему знаменателю, имеем

$$\lambda = 0{,}0125 + \frac{1.1}{d} = \frac{0{,}0125\,d + 1.1}{d} \qquad (3)$$

Подставив это значение λ в выражение (1), получаем значение H_r близкое по виду к R, а именно:

$$H_r = 62{,}4\ (0{,}0125\,d + 1.1)\frac{v^2}{d^2} = (0{,}78\,d + 68{,}6)\frac{v^2}{d^2} \qquad (4)$$

Имея выражение в таком виде и сравнивая его с R по Ритшелю, мы уже можем найти одну из причин превышения результативных данных по Ритшелю над данными Блесса.

Относя R к H_r из уравнения (4), имеем:

$$R : H_r = 6{,}61 \frac{v^{1.924}}{d^{1.281}} : (0{,}78\,d + 68{,}6)\frac{v^2}{d^2} = \frac{6{,}61\ v^{1.924}\ d^2}{(0{,}78\,d + 68{,}6)\ v^2\ d^{1.281}} =$$

$$= \frac{6{,}61}{0{,}78\,d + 68{,}6}\ v^{-0.076}\ d^{0.719} = \frac{1}{0{,}1165\,d + 10{,}037} \cdot \frac{d^{0.719}}{v^{0.076}} \qquad (5)$$

Выражение это, будучи по величине большим единицы, выражает собой сравнительное превышение затрат на трение по Ритшелю. Так, напр., для трубопровода среднего диаметра $d = 300$ мм. и скорости 8 м/с. мы имеем, что затраты на трение по Ритшелю в

$$n = \frac{R}{Hr} = \frac{1}{0{,}1165 \times 300 + 10{,}037} \cdot \frac{300^{0.719}}{8^{0{,}076}} = 1{,}126$$ раза больше, чем по Блессу.

Действительно, по Ритшелю мы имеем для такой трубы

$$R = 6{,}61 \frac{v^n}{d^m} = 6{,}61 \frac{8^{1{,}924}}{300^{1{,}281}} = 0{,}2425 \text{ мм. bog ст.},$$

а по Блессу

$$Hr = \lambda \frac{1}{D} \gamma \frac{v^2}{2g} = 0{,}01617 \frac{1}{0{,}3} \cdot 1{,}226 \frac{8^2}{2 \times 9{,}81} = 0{,}215 \text{ мм. вод. ст.}$$

Но это обстоятельство не объясняет полностью приведенного в конкретном примере превышения в 2, примерно, раза. Это большое расхождение объясняется также значительным различием в коэффициентах местных потерь.

Как известно, Блесс одно из наиболее часто встречающихся в вентиляционной практике местных сопротивлений, а именно: колено в 90° с радиусом закругления от 2 до 4 D—заменяет во всех случаях эквивалентной длиной, равной

$$L_э = 10\ D,$$

что и принципиально и практически признать правильным нельзя.

В общем виде приведение какого-либо местного сопротивления к эквивалентной длине может быть совершено таким образом: потеря на местное сопротивление в мм. в ст.

$$H_м = \xi \gamma \frac{v^2}{2g},$$

потеря на трение

$$Hr = \lambda \frac{L}{D} \gamma \frac{v^2}{2g};$$

приравняв Hr к $H_м$

$$\xi \gamma \frac{v^2}{2g} = \gamma \frac{L}{D} \gamma \frac{v^2}{2g},$$

мы получим, что длина эквивалентная данной потере на местное сопротивление

$$L = \frac{\xi}{\lambda} D$$

Из этого общего выражения следует, что коэф. перевода в экв. длину не постоянен для каждого данного вида сопротивления, а зависит еще, как и λ, от диаметра, в разбираемом случае, колена, а по

Ритшелю и скорости в нем. Так, например, колено в 90° с радиусом закругления, меньшим 5 D, по Ритшелю имеет $\xi = 0{,}3$.

λ для трубопроводов, наиболее часто употребляющихся в мельничных предприятиях, от 100 до 500 мм. и для существующих в мельничном деле скоростей от 5 до 15 метров в секунду колеблются в пределах

$$\lambda = 0{,}0208 \div 0{,}0140.$$

Таким образом, эквивалент. длина такого отвода, по Ритшелю, заключается в пределах

$$L_э = \frac{0{,}3}{0{,}0140} D \div \frac{0{,}3}{0{,}0208} D = 21{,}4\,D \div 14{,}4\,D,$$

т. е. во всяком случае значительно больше, чем это дает Блесс для всех размеров и скоростей ($L_э = 10\,D$). Это обстоятельство является второй причиной понижения результативных данных Блесса, по сравнению с Ритшелем.

Третьей причиной является пренебрежение Блессом сопротивлениями в ответвлениях. Ответвления проходные или штанообразные являются деталью не менее распространенной, чем колено. В отношении этих деталей Блесс указывает, что во избежание появлений сопротивлений достаточно подобрать поперечные сечения ответвлений так, чтобы они относились между собой, как их эквивалентные отверстия. Если выполнено это условие, то скорости притекающего и утекающего воздуха равны меж собой, и потерь якобы не наблюдается.

Меж тем, исследования Ритшеля-Браббе над сопротивлением тройников при соблюдении равенства скоростей нисколько не подтверждают этого положения. В связи с этим и Ритшель и целый ряд других немецких авторов, даже последователей Блесса, неизменно вводят в подсчет необходимого напора сопротивление тройников, отсутствующие в указаниях Блесса. Такова третья причина сравнительно низких результатов, получаемых по этому методу.

Оценивая эти два метода с точки зрения наибольшего приближения к действительности, приходится констатировать, что классический метод Ритшеля-Браббе во всяком случае ближе к существующим условиям течения воздуха в трубопроводах. Это положение подтверждается тем обстоятельством, что затраты на трение, исчисляемые по Ритшелю, стоят в более полном согласии с работами Ланда, Биля, Блазиуса, Вейсбаха и друг., чем затраты, определенные по Блессу.

Постоянство коэффициента эквивалентности для закругленных колен ($L_э = 10\,D$) обнаруживает наличие мало обоснованных допущений, присущих этому методу. То же приходится отметить в отношении сопротивлений в узлах.

Но все же состояние Ритшелевского метода не таково, чтобы можно было решительно и уверенно применять его при проектирова-

нии. Коэффициенты местных сопротивлений, составляющих от 60 до 90% общих, страдают с одной стороны некоторыми противоречиями, а с другой—отличаются значительной неопределенностью.

Так, например, Гронвальд, приводя Ритшелевские коэффициенты, отсутствующие в его основном труде, дает (стр. 156) для дуги колена

в 60° $\xi = 0{,}37$,
в 70° $\xi = 0{,}55$,
в 70° $\xi = 0{,}75$ и т. д.,

т. е. коэффициенты большие, нежели для дуги в полные 90° ($\xi = 0{,}3$).

Предположение об опечатке совместно с предположением о том, что 0,37, 0,55, 0,75 и т. д. выражают доли полного $\xi = 0{,}3$, не подтверждается дальнейшими изложениями, вследствие того, что автор в примерном подсчете (стр. 160) для дуг в 75° пользуется коэф. $\xi = 0{,}65$.

Много предупреждений и опасений вызвало расхождение данных о сопротивлениях тройников, опубликованных Браббе, независимо от Ритшеля (см. Краузе и Орлова).

Полная неопределенность коэффициентов особенно ясна при рассмотрении сопротивления тройников. Так, например, Ритшелем не указано совершенно, для какого угла ответвлений приведена его таблица коэффициентов, в то время как в практике этот угол может изменяться в пределах от 10° до 30°.

Также совершенно неизвестно, как могут изменяться коэф. сопротивления тройников при несоблюдении условия равенства трех скоростей, что в практике иногда может являться необходимым (осаждающий трубопровод).

Таблица коэффициентов сопротивлений тройников дается Ритшелем в ступенчатой форме, вследствие чего выбор ξ для пограничных значений может быть сделан произвольно.

Несмотря на различие аэродинамических явлений при разделении и соединении струй, сопротивление ответвлений для всасывающих и нагнетальных трубопроводов Ритшелем не различается. Невозможность обратимости всасывающего и нагнетального трубопроводов неоднократно подчеркивается также и Блессом.

Все эти неувязки и неопределенности свидетельствуют о том, что и общие методы расчета вентиляционных сетей нуждаются в дальнейших проработках, уточнениях и изменениях.

Для специфических условий мельничных предприятий по переработке зерна и его продуктов, кроме затронутых вопросов, нуждаются в специальной проработке вопросы влияния повышенных температур воздуха (вальцевые станки, зерносушилки, кондиционеры), вопросы изучения сопротивления матерчатых фильтров в зависимости от рода ткани, удельной нагрузки ее, запыленности воздуха, вопросы изменения величины λ или показателя степени n в Ритшелевском выражении

$$b\,\gamma^{0,852}\frac{v^n}{d^m}$$

для запыленных трубопроводов, вопросы изменения падения давления для пыльного воздуха в связи с давлением добавочного трения воздуха о пыльные частицы.

Из всего изложенного неизбежно вытекает крайняя необходимость проведения экспериментальной работы, целями которой должно являться:

1) создание норм и условий аспирирования основных мельничных машин (обоек, вальцевых станков, рассевов и веек);

2) критически экспериментальная проверка методов и данных Ритшеля и Блесса с целью устранения изложенных выше противоречий и неопределенностей в общих методах расчета разветвленных трубопроводов;

3) разрешение перечисленного выше ряда вопросов, присущих вентиляционным установкам предприятий по переработке зерна и могущих влиять на некоторое изменение общих методов расчета сетей. Проведение экспериментальных работ в этом направлении даст необходимый материал не только для предприятий по переработке зерна, а и вообще для проектирования вентиляционных установок, приобретающих в нашем Союзе все большее значение.

УПОМЯНУТАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1) V. Blaess.—Die Strömung in Rohren und die Berechnung weitverzweigter Leitungen und Kanäll.

2) Rietschel-Brabée.—Leitfaden für Heiz—und Lüftungstechnik. 7. Auflage.

3) Карг, Г. Р., инж.—Промышленная вентиляция. ГТИ. 1927 г.

4) Труды научно-исследовательской секции охраны труда Ленинградского ГОТ'а. Вып. 2. Пыль и газы. 1927 г.

5) Гиршсон, В. Я., проф.—Введение в теорию основных мельничных механизмов (статья вторая). Одесса, 1927 г.

6) Гронвальд, Эр.—Центробежные вентиляторы. Харьков, 1928 г.

7) Краузе, А., инж.—О сопротивлении тройников воздушных трубопроводов. „Техника и произв.", № 2—1927 г.

8) Орлов, Э. Н., инж.—К вопросу о подсчетах вредных сопротивлений в тройниках воздухопроводов. „Вестник Инженеров"—1929 г. № 5—6.

Табл. 1.—Определение суммарного эквивалентного сечения разветвленного трубопровода по Блессу. (Схема сети на стр. 12).

№№ уч.	Колич. возд. g м³/с	Скорость v м/с	Диам. d м.	Длина участка: Геометр. l м.	Длина участка: Колич. колен по 90° шт.	Длина участка: Расчетная l_a м.	Слагаемые полного эквивалентного сечения: Входа F_e	Слагаемые полного эквивалентного сечения: Трения F_ϱ	Слагаемые полного эквивалентного сечения: Выхода F_a	Полное эквивалентн. сечение данного участка: Параллельно при соед. $+F_{ae}$	Полное эквивалентн. сечение данного участка: Последов. присоедин. $\sim F_{ae}$	Сумма эквивалентн сечений до дан. участк. включительн.	Примечание
6	0,1	9,0	0,120	2,5	2	5,0		0,012	0,020	—	0,0103	0,0103	Правая сторона
I'	0,1	4,0	0,18	2,0	—	2,0	—	0,057	—	—	0,057	0,0102	
5	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0		0,012	0,020	0,0103	—	0,0205	
II'	0,2	4,0	0,25	4,0	—	4,0	—	0,091	—	—	0,094	0,0198	
4	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0		0,012	0,020	0,103	—	0,0391	
III'	0,3	4,0	0,31	1,0	1	4,1	—	0,165	0,075	—	0,068	0,0275	
1.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0		0,112	0,02	—	0,0103	0,0103	Левая сторона
I.	0,1	4,0	0,18	2,0	—	2,0	—	0,057	—	—	0,057	0,0102	
2.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0		0,012	0,02	0,0103	—	0,0105	
II.	0,2	4,0	0,25	1,0	—	1,0	—	0,190	—	—	0,190	0,0204	
3.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0		0,012	0,02	0,0103	—	0,0307	
III.	0,3	4,0	0,31	1,0	1	4,1	—	0,165	0,075	—	0,068	0,0280	
Правые и левые стороны соединены параллельно, следовательно, сумма $F_{ae} = 0,0275 + 0,0280 = 0,0555$.													
IV.	0,6	8,0	0,31	8,0	3	17,3	—	0,079	Потеря напора при входе в фильтр учтена в сопрот. фильтр	—	0,079	0,047	
V. О сопротивлении фильтра см. ниже													
VI.	0,6	8,0	0,31	5,0	2	11,2	—	0,099	—	—	0,099	0,0425	

Величина суммарного эквивалентного сечения всей сети: $F_{ae} = 0,0425$ м.²

Табл. 2.—Определение необходимого разрежения для разветвленного трубопровода, согласно схеме на стр. 12 по методу Ритшеля-Браббе.

№№ уч.	Колич. воздуха в mt³/с.	Длина участ. l	Сумма коэф. местн. сопротивл. $\Sigma\xi$	Диаметр трубопровода d м. м.	Потеря напора на п/м. R п/м. мм. в. ст.	lR мм. в. ст.	$Z = \frac{v^2}{2g}\gamma = \Sigma\xi$ мм. в. ст.	lR + Z мм. в. ст.	Σ(lR + Z)	Примечание
6	0,1	2,5	1,6	120	1,0	2,5	8,0	12,5	—	ξ входа = 1,0 ξ дв. отв. = 2 × × 0,3 = 0,6
Потеря Карно								1,6	14,10	
I'	0,1	2,0	—*)	180	0,12	0,24	—	0,24	14,34	
II'	0,2	4,0	1,0	250	0,081	0,324	1,0	1,324	15,66	$\frac{D}{d_d} = \frac{250}{180} < 1,5$
III'	0,3	1,0	2,0	310	0,067	0,067	2,0	2,067	18,73	$\frac{D}{d_d} = \frac{250}{310} < 1,5$ сл.
Потеря Карно					= 0,0625 (4—8)²			1,000		$\xi_d = 1,0$; $\gamma\xi = 1.0$
IV	0,6	8,0	0,9	310	0,25	2.0	3.8	5,8	24,53	ξ трехотвод. = = 3 × 0,3 = 0,9
VI	0,6	5,0	0,6	310	0,25	1,25	2,3	3,55	$\boxed{28,08}$	

Суммарное необходимое разрежение равно 28,08 мм. в ст., т. е. в $\left(\frac{28,08}{12,45}\right) =$ = 2,25 раза больше, чем по V. Blaess'y.

*) Сопротив. тройника относим к участку II'.

Табл. 3.—Определение потерь на трение по данным Гронвальда для трубопровода, согласно схеме на стр. 12

Труба №	∅ трубы d мм.	Длина трубы l м.	Протекающее количество воздуха v м³/сек.	Скорость воздуха w м/сек.	Коэффициент трения ϱ	Потеря давления в мм. в. с. $h'_s = 2\varrho \frac{lw^2}{2g} \gamma$ мм. в ст.
6	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 6 к	I′=0.0625	$(v_1 - v_2)^2$	1.56
I′	180	2.0	0.1	4.0	0.0046	0.20
5	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 5	по II′	=	1.56
II′	250	4.0	0.2	4.0	0.0044	0.28
4	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 4	к III′	=	1.56
III′	310	1.0	0.3	4.0	0.0042	0.05
Потеря		Карно	от IV′	к 4	=	1.0
I	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 1	к I	=	1.56
I	180	2.0	0.1	4.0	0.0046	0.20
2	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 2	ко II	=	1.56
II	250	1.0	0.2	4.0	0.0044	0.28
3	120	2.5	0.1	9.0	0.0045	1.86
Потеря		Карно	от 3	к III	=	1.56
III	310	1.0	0.3	4.0	0.0042	0.03
Потеря		Карно	от III	к VI	=	1.00
IV	310	8.0	0.6	8.0	0.0039	1.58
VI	310	5.0	0.6	8.0	0.0039	0.98
		Итого потерь на трение				26.14

Табл. 4.—Определение потерь на местные сопротивления по данным Гронвальда для трубопровода, согласно схеме на стр. 12.

Отдельные части трубопровода		∅ тр. мм.	Скорость w м/с	Коэф. ξ	Отдельные части трубопровода		∅ тр. мм.	Скорость w м/с	Коэф. ξ
№	Род				№	Род			
a	1 дуга 90°	120	9.0	0.3	m, n	2 дуги 90°	120	9.0	0.6
b	1 дуга 90°	120	9.0	0.3	o, p, r, s	4 дуги 75°	120	9.0	2.6
c	1 ответвление	250/180.120	4.0	1.0	t, n, v, w, y	5 дуг 90°	310	8.0	1.5
d	1 дуга 90°	120	9.0	0.3	I. Сумма коэффициентов при скорости w = 9,0 м/с. $\Sigma \xi_y = 0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.6 + 2.6 = 5.0$ Потеря напора $h_g'' = 5.0 \frac{9.0^2}{19.62} 1.2 = 24.80$ мм. в. с.				
e	1 ответвление	310/250.120	4.0	1.0					
f	1 дуга 90°	120	9.0	0.3					
g	1 ответвление	310/310.310	4.0	1.0					
h	1 ответвление	310/250.250	4.0	1.0	II. Сумма коэф. при = 4.0 м/с $\Sigma \xi''_4 = 1.0 + 1.0 + 1.0 + 1.0 + 1.0 = 5.0$				
i	1 дуга 90°	120	9.0	0.3	Потеря напора $5.0 \frac{4^2}{19.62} 1.2 = 1,2 = 4,89$ мм. в. с.				
k	1 ответвление	350/180.120	4.0	1.0					
l	1 дуга 90°	120	9.0	0.3	III. Сумма коэф. при w = 8.0 м/с $\xi = 1.5$; потеря напора = $= 1.5 \frac{58^2}{19.62} 1.2 = 5.87$ мм. в. с.				
					Сумма напора на м. с. = $= 24.80 + 4.89 + 5.87 = 35.56$ мм. в с.				

К работе машин механического дробления[1]).

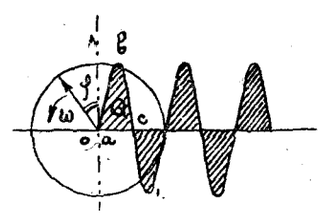
Исследование вальцевого станка.

Аспирант Шехтман, М. Л.

ГЛАВА I

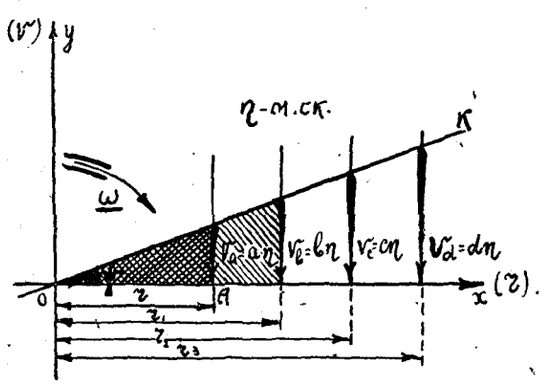
§ 1.

Пусть валок вальцевого станка вращается с какой-то угловой скоростью ω (см. фиг. 1). Очевидно движение вполне определенное, так как ($\varphi = f(t)$).



Фиг. 1

Если известна окр. скорость одного вала, например $d = 250$ м.м. (см. фиг. 2), то можно найти графически окр. скорость вала любого d. Построим скоростную диаграму. Для этого отложим скорости в виде ординат, а по оси абсцисс соответствующие радиусы вала. Так как скорость v_a есть функция радиуса при одних и тех же оборотах, то, выбрав соответствующий масштаб скоростей, легко по диаграмме найти и величины скоростей других диаметров.



Фиг. 2

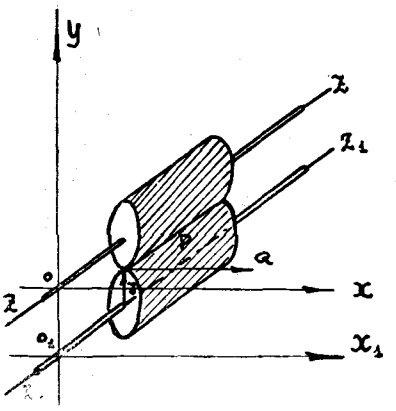
Пусть наша скорость $v_a = \eta a$ mt/sec.

η = масштаб скоростей. Отложив на абсциссе r, r_1, r_2, r_3 и т. д. соответств. валков и проведя через отрезок $v_a = \eta . a$ и начало прямую „ОК“, получим на пересечении нашего луча с перпендикулярами соответственной скорости других валов. Такая диаграмма несколько более наглядно, чем таблица, дает характеристику скоростей валов; она приобретает особое значение при сравнении американских скоростей и наших, как удобное графическое изображение.

[1]) См. Известия Института Техн. Зерна и Муки № 1 (2) 1929.

Найдем сперва, пользуясь основами механики, уравнение вращения вала[1]). Пусть, как и ранее (см. фигуру 3), угол поворота вала в t секунд $= \varphi$.

И пусть на вал „P" действует сила, либо система сил, момент которых около оси вращения $= M$. Эти силы могут быть только внешними и составляются исключительно из усилия размола зерна (см. фиг. 3), очевидно численная величина момента: $M = Q.r$. Из закона моментов известно, что производная по времени от момента количества движения системы равна моменту внешних сил. Найдем момент количества движения около оси OZ.



Фиг. 3

Количество движения любой точки периметра вала будет: $mr\omega$, момент количества движения равен $mr^2\omega$, аналогично для всех точек поперечного сечения. Тогда момент количества движения всех точек будет:

$$mr^2\omega + m_1r^2\omega + \ldots = \omega\Sigma\, mr^2 = \omega J,$$

где J момент инерции цилиндрического вала около оси OZ.

Зная это, тотчас же можно написать следующее:

$$J\frac{d^2\varphi}{dt^2} = M,$$

т. е. дифференциальное уравнение вращения. При интегрировании этого уравнения войдут две совершенно произвольные постоянные и для их определения должны быть данны оба начальные условия движения. Пусть валок имеет момент инерции J; $\varphi = f(t)$ известно; тогда, определив $J\frac{d^2\varphi}{dt^2}$, ωJ момент количества движения, продифференцировав по времени, мы найдем величину момента внешних сил, а следовательно и их величину, преодолеваемую свободным вращением вала.

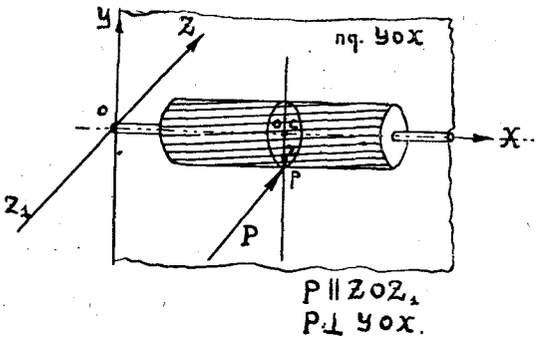
Давление на подшипники вала.

§ 2.

Валок покоится, во время вращения на двух подшипниках A и B; подведем к нему оси координат таким образом, чтобы ось o x прошла сквозь геометрическую ось вращения вала и плоскость YOZ была параллельна плоскости вращения (см. фиг. 4). При неподвижном валке давление его на подшипники находится по теоремам статики.

[1]) В дальнейшем изложении основные выводы и некоторые положения механики, требующиеся для доказательств, нами приводятся подробно, с целью удобства понимания.

Как только вал начинает приводится во вращение со значительной скоростью, то кроме существующих уже статических давлений появляются давления динамические. Как видно будет далее они возрастают пропорционально квадрату скорости и могут достигнуть в вальцевом станке значительных величин.



Фиг. 4

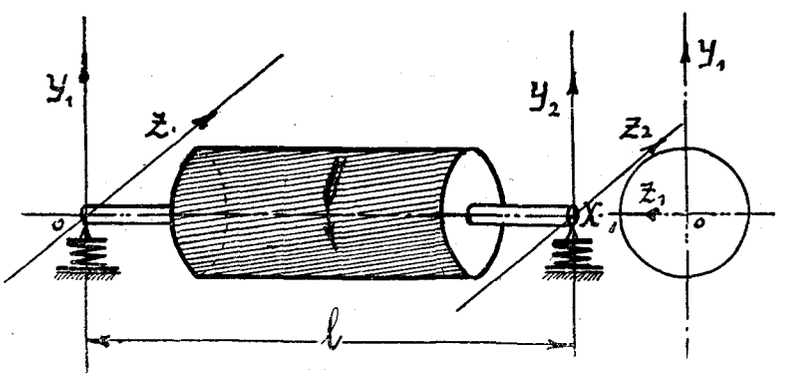
Пусть валок вращается с угловой скоростью ω вокруг оси OX. На каждую точку „m" периферии круга действует центростремительная сила: $F = mr\omega^2$, направленная радиально к центру вращения от любой точки периферии. Сила инерции, приложенная к точке „m" по д'Аламберу, равна численно также $mr\omega^2$ и направлена противоположно, от центра вращения. Проекции этой силы на оси координат

$$m\omega^2 Z;\ m\omega^2 y;\ O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Пусть наши искомые динамические давления на подшипники будут равны:

$$Z_1,\ У_1,\ O \text{ и } Z_2,\ У_2,\ O \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Прибавив к усилиям (2) силы инерции, действующие на валок, не



Фиг. 5

трудно привести нашу систему по принципу д'Аламбера к статической задаче. Условия равновесия можно написать в таком виде:

$$\Sigma Z = Z_1 + Z_2 + \omega^2 \Sigma mZ = O.$$

Напишем уравнение моментов

$$\Sigma У = У_1 + У_2 + \omega^2 \Sigma my = 0; \Sigma X = 0,$$

или иначе:

$$\Sigma M_z = -У_2 l - \omega^2 \Sigma myx = 0; \Sigma M_y = Z_2 l + \omega^2 \Sigma mzx = 0; \Sigma Mx = 0 \ldots \quad (3)$$

Здесь Σmzx, Σmyx — суть соответствующие центробежные моменты.

Как видно из выражений (3), суммирование производится одновременно по всем осям, т.-е. по всему объему вала. Значение ω^2 вынесено за знак суммирования, так как угловая скорость вращения одна и та же для всех точек вращающегося вала. Уравнения (3) (см. динамику) можно написать в таком виде, не изменяя условий равновесия:

$$\left.\begin{array}{l} Z_1 + Z_2 = M\omega^2 Z_c = O; \; У_2 l + \omega^2 D = O \\ У_1 + У_2 = M\omega^2 y_c = O; \; Z_2 l + \omega^2 E = O \end{array}\right\} \ldots\ldots \quad (4)$$

Здесь M — масса вала, Z_c и $У_y$ координаты центра инерции, D и E центробежные моменты. Из (4) можно легко вычислить искомые давления. Так же находятся и давления Z и У. При наличии жестких опор — реакцию их, а при уступчивых — упругость, преодолеваемую пружинами. Для того, чтобы динамические усилия, вообще говоря вредные в механизме, превращались в O, необходимо и достаточно соблюдение следующих условий:

$$\left.\begin{array}{l|l} Z_c = O & D = \Sigma myz = O \\ У_c = O & E = \Sigma mzx = O \end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Условие $Z_c = O$ и $У_c = O$ указывает на то обстоятельство, что центр инерции (он же здесь ЦТ) должен лежать на оси вращения. $D = O$ и $E = O$, указывает, что центробежные моменты должны быть равны O. Под этим разумеется, чтобы ось вращения была одновременно одной из главных осей инерции вала. Из вышеприведенного видно, что при определении характеристики работы станка следует анализировать его основательно. Тем более это необходимо, что в настоящий период, период бурного роста мукомолья, как в теоретическом, так и конструктивном оформлении, мукомолье неминуемо должно перейти на повышенные скорости валов[1]) Совершенно также необходимо разбираться в механических проявлениях эффективности станка. Окончательным следствием настоящей работы будет доказательство необходимости перехода вальцев на сверхамериканские скорости валов, порядка 15-20 метров в секунду и указания о необходимой форме рабочей поверхности[2]). Подходя к анализу воздействия продукта на вращение валов, условий дробления и резания необходимо оговориться. При окружных скоростях валов 4-5 метров сек, т. е. тогда, когда скорость резца (подразумевается рифля) сравнительно невелика — все

---

[1]) Эта точка зрения в этой статье не обоснована, в ближайшем будущем она будет напечатана с приложением соответствующих доводов.

[2]) При высоких скоростях дробящих органов характер рабочих поверхностей совершенно изменится.

таки имеется в наличии больше скалывания, чем резания. Та теория резания зерна, которая существовала в литературе, не представляет собою теорию, базирующуюся на практическом опыте. Наоборот, она является совершенно абстрактной, не связанной никакими соотношениями с первоосновой — опытом. Более правильная оценка дробления и резания была дана профес. Козьминым, который исследовал возможность резания, и именно резания, так как угол резания у него был меньше 90°. Остальные предпосылки авторов не имеют под собой почвы. Действительно, несколько странно рассуждать о наличии резания при угле резания рифли, достигающем 90—100 и больше градусов. Это совершенно равноценно примеру резания плоскостью, нормально к ее поверхности. Однако в настоящей статье мы не считаем возможным поместить теоретическое исследование принципов резания и сечения; они изложены в готовящейся работе „Исследование вальцев и теория дробления зерна".

При скоростях порядка 4—7 метров в секунду рифли, ударяя по целому ряду поступивших в рабочую щель частиц, испытывают упругую реакцию последних и, преодолевая ее, измельчают частицы. При наличии шага рифли t и окружной скорости вала v, не трудно найти тот промежуток времени или период, в течение которого рифля пробегает холостой участок до момента удара и после него.

Как только выяснено, что рифли не действуют непрерывно, а толчками, следующими друг за другом весьма быстро, то должно предположить, что существует во время вращения валка период холостого и рабочего пробега, существует, следовательно, некая периодическая функция от числа оборотов и равномерности питания. Гармонической она будет в том случае только, когда число оборотов есть constant и питание за тот же промежуток времени равномерно.

Как бы внешне не было мало воздействие на механизм усилий размола, исследование и наблюдение за работой станка показывают, что оно значительно отзывается на устойчивости станка. Станок начинает дрожать. Дрожание может увеличиться и по величине и по силе в тот момент, когда быстро следующие друг за другом толчки неравномерности размола попадают в резонанс с колебаниями системы станка, как определенной массы. В исследовании статики и динамики станка (ч. 1) этот случай разобран нами детально.

Посмотрим, как отражается на механизме станка усилие размола и направление этого усилия. Из вышеизложенного ясно, что следующие друг за другом небольшие толчки, которые представляют собой момент скалывания частиц рифлями, являются ничем иным, как ударами, направленными центрально, или косыми в зависимости от системы станка.

Пусть валок вращается с угловой скоростью ω и поддерживается двумя подшипниками A и B. В течение весьма малого промежутка времени $t - t_0$ на него действует сила P размола (сопротивление частиц), момент которой около оси OX будет $= M$.

Мы знаем уже, что уравнение вращения (см. стр. 26) выражается

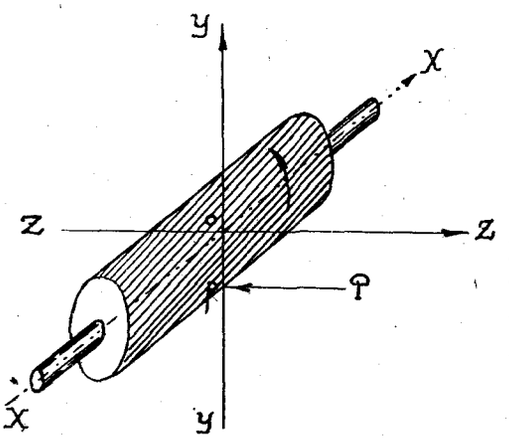
$$J\frac{d^2\varphi}{dt^2}=J\frac{d\omega}{dt}=M \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1);$$

умножая обе части на dt и интегрируя в пределах от t_0 до t, имеем:

$$J\left(\omega-\omega_0\right)=\int_{t_0}^{t} Mdt \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

т. е. при действии удара на вал, вращающийся около неподвижной оси, приращение количества движения равно импульсу момента относительно оси вращения.

С помощью этого ур-ния можно по данному импульсу, величине угловой скорости валка до удара о зерна и величине J его определить угловую скорость вала после удара.



Фиг. 5-а

Или иначе: зная приращение ω за время удара, и J валка относительно его оси вращения, не трудно определить импульс момента.

Решением частного случая, когда $\omega_0=0$, т. е. когда вал до удара был неподвижен, можно определить то значение импульсивного момента, который необходим для приведения валка в равномерное вращение со скоростью ω, необходимой для загруженного станка.

Определим усилия, возникающие вследствие удара и величины реакций, которые будут приложены нормально к осям вращения и главным осям инерции вала.

Пусть (см. фиг. 5а) ось вращения есть ось — OX.

Ось OУ направлена по наименьшему расстоянию между осью вращения и импульсом, или усилием P, соответствующим этому импульсу. A и B по-прежнему подшипники упругие или жесткие. Сейчас при определении только величин реакции мы предполагаем их жесткими; вообще же говоря, их устойчивость влияет на работу станка и в технологическом смысле.

Проектируем силу P, производящую удар (равнодействующая сил размола), на все три направления осей координат.

Они будут: X = У = O; и Z.

За точку приложения силы P = Z возьмем точку p с координатами: op и O.

В этой точке p усилие P = Z пересекает ось OУ.

Напишем для вращающегося вала уравнения движения центра инерции C и уравнения моментов. Под центром инерции, как должно

быть известно читателю, мы подразумеваем такую точку C, с коорд. X_c, $У_c$ и Z_c, которые удовлетворяют условию:

$$x_c = \sum \frac{mx}{M}; \qquad y_c = \sum \frac{my}{M}; \qquad Z_c = \sum \frac{mz}{M},$$

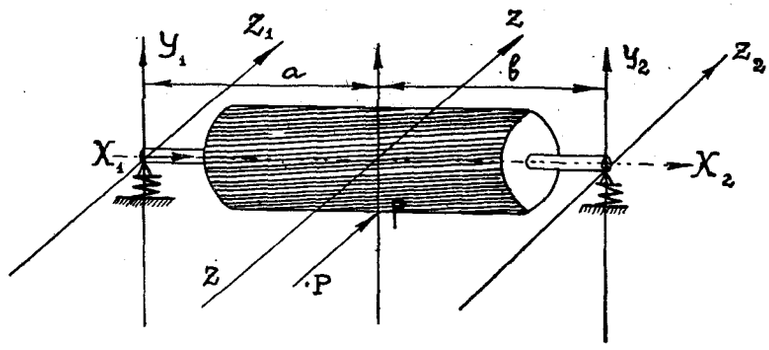
где $\Sigma m = M$ масса всех точек системы; тогда (см. фиг. 6):

$$M \frac{d^2 z_c}{dt^2} = Z + Z_1 + Z_2;$$

$$M \frac{d^2 y_c}{dt^2} = O + У_1 + У_2; \quad O = X + X_1 + X_2$$

$$\left.\begin{aligned} -\sum mx \frac{d^2 y}{dt^2} &= -px + aУ_1 - вУ_2 \\ \sum mx \frac{d^2 z}{dt^2} &= -aZ_1 + вZ_2 \qquad J \frac{d^2\varphi}{dt^2} = op.Z \end{aligned}\right\} \quad \ldots (3)$$

Умножаем обе части уравнения (3) на dt и интегрируем в пре-



Фиг. 6

делах от t_o до t_1 где t_o и t_1 начало и конец удара (момент сечения частицы); тогда получим:

$$\left.\begin{aligned} M\left(\frac{dZ_c}{dt} - \frac{dZ_{co}}{dt}\right) &= J_z + \int_{to}^{t} Z_1 dt + \int_{to}^{t} Z_2 dt \\ M\left(\frac{dy_c}{dt} - \frac{dy_{co}}{dt}\right) &= \int_{to}^{t} У_1 dt + \int_{to}^{t} У_2 dt \\ O &= J_x + \int_{to}^{t} X_1 dt + \int_{to}^{t} X_2 dt \end{aligned}\right\} \quad \ldots (4)$$

Здесь J_x, $У_y = 0$, J_z — проекция импульса силы P, приложенной к точке p. Но $z = \omega y$; $У = \omega z$, тогда ур-ние (4) можно переписать в таком более простом виде:

$$\left.\begin{aligned} -Myc(\omega - \omega_o) &= J_z + \int_{to}^{t} Z_1 dt + \int_{to}^{t} Z_2 dt; \\ Mz_c(\omega - \omega_o) &= \int_{to}^{t} У_1 dt + \int_{to}^{t} У_2 dt; \quad O = J_x + a\int У_1 dt - в\int У_2 dt \end{aligned}\right\} \quad \ldots (5)$$

или:

$$E(\omega - \omega_0) = px + a\int У_1 dt - в\int У_2 dt;$$

$$-D(\omega - \omega_0) = -a\int Z_1 dt + в\int Z_2 dt;\ J(\omega - \omega_0) = pУ_z.$$

Приняты следующие обозначения: $D = \Sigma myx$; $E = \Sigma mzx$ центробежные моменты инерции около оси OX.

Зная точку приложения импульса силы P, ее величину, а также значения: M, J, D, E и a, b, z_c и y_c, характеризующими графически и аналитически наш валок, не трудно из последних уравнений найти $(\omega - \omega_0)$; подставив затем его в остальные ур-ния, находим боковые удары на ось: $\int Z_1 dt$; $\int Z_2 dt$; $\int У_1 dt$ и $\int У_2 dt$, а также сумму толчков вдоль оси $\int X_1 dt + \int X_2 dt$.

Далее, пользуясь правилами динамики, выведем необходимые условия, при которых вал не будет испытывать никаких ударных усилий, вернее, чтобы на ось вала не передавались толчки, могущие вредно влиять на устойчивое положение вальцев во время работы, а также с целью избежания паразитных давлений в подшипниках вальцевых букс.

Очевидно, для этого необходимо, чтобы: $\int Z_1 d\,t = \int Z_2 dt = \int У_1 dt = \int У_2 dt = \int X_1 dt = \int X_2 dt = O$, а также, чтобы $Z_c = O$, т. е., чтобы центр тяжести вала C лежал в плоскости УОХ и находился в плоскости, проходящей сквозь ось вращения, в то время, как сама плоскость нормальна действию удара (см. фиг. 4).

3-е уравнение из ряда (5) дает нам зависимость $У_x = O$.

Но совершенно также (см. фиг. 5 и 6), $J_y = O$; следовательно, импульс J должен быть нормален к плоскости УОХ, а в ней-то, согласно вышеприведенному, лежит ось вращения OX и центр тяжести вала C. Последние два условия ряда (5) требуют, чтобы центробежные моменты инерции вокруг оси OX также были равны O, т. е. чтобы: $D = \Sigma myx = E = \Sigma mzx = O$; иначе говоря, необходимо, чтобы ось вращения вала была одновременно главной осью инерции вала для начала O.

И наконец, путем исключения J_z из первого и последнего равенства (5), найдем расстояние от оси вала той точки, где должен быть нанесен удар, или то геометрическое место точек, на одной из образующих вала, куда необходимо направить ленту продукта из сыпового аппарата; так что $op = \frac{J}{Mу_c}$; радиус „op“ упрощенно обозначим величиною „p“.

Полученная нами величина op представляет собой ни что иное, как приведенную длину физического маятника с массой, равной массе вращающегося валка.

Очевидно, что только тогда, когда усилие удара будет нанесено по линии, отстоящей от оси на расстояние op, удар не будет

вредно отражаться ни на оси вала, ни на работе упругого механизма в целом.

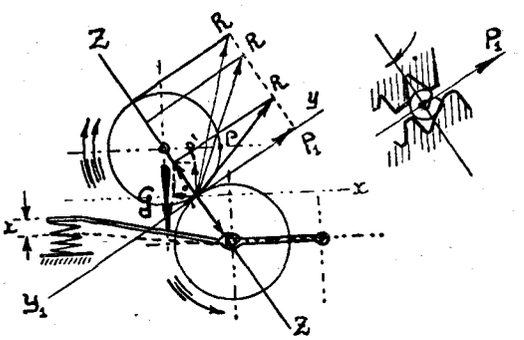
Все вышеизложенное сводится к следующему:

1) Лента продукта, падающая с сыпового аппарата, должна быть направлена нормально плоскости, проведенной через оси вращения и ц. т. вала (горизонтальной).

2) Равнодействующая усилия размола должна быть нормальна плоскости УОХ и должна лежать в плоскости, нормальной к оси вращения, при чем таковая должна пересекать ось вала в такой точке, для которой ось вращения есть главная ось инерции вала.

3) Радиус, на котором прилагается усилие размола, должен быть равен длине приведенного маятника с массой, равной массе вала.

Тогда как эти условия будут удовлетворены, то равнодействующая усилий размола будет приложена в центре удара.



Фиг. 7

Необходимо заметить, что во вращающемся горизонт. валке, как совершенно цилиндрическом теле, $Z_c = У_c = O$, т. е. центр тяжести вала находится на оси вращения, следовательно, все толчки, воспринимаемые валом, передаются непосредственно на вал, его цапфы и подшипники. При чем, если нижний вал подвижной, то упругий нажимной механизм никогда не может быть, теоретически говоря, устойчив, при диагональном расположении валов.

Понятие это не трудно иллюстрировать фиг. 7: схема диагонального расположения.

Как видно, усилие размола, передаваясь непосредственно на оси, суммируется с величиной реакции размалываемого продукта, при чем направление и величина реакции есть функция культуры разрабатываемого продукта, величины сыпи и углов среза рифлей. Оставаясь все время в плоскости $YO_1У$, усилие P может тем не менее принимать различные значения и направления в этой плоскости, изменяя величину линейного угла к плоскости ZOZ_1, заключающей в себе геометрические оси вращающихся валов.

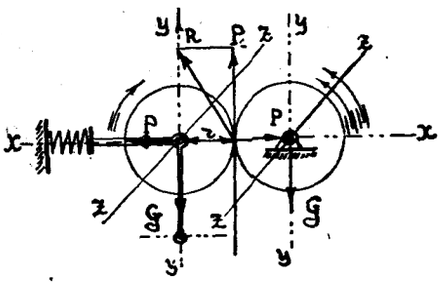
Диагональное расположение валов, явившееся средством уменьшения ширины станка, нецелесообразно, однако, с точки зрения динамической. Выше нами был дан вывод общих условий, необходимых для работы пары валков. На этом основании необходимо признать, что:

1) Диагональное расположение валков нецелесообразно с точки зрения динамической устойчивости валков (во время работы).

2) При верхнем быстровращающемся катке в этом расположении нижний подвижной должен быть снабжен значительной силы пружинами (восприятие усилия размола+вес катка).

3) Создает равнодействующую, направленную против вращения вала и приложенную не в центре удара вращающегося вала [1]).

4) Следствием пункта (2) является необходимость усиления пружинного механизма, а следовательно и его нечувствительность к изменению нагрузок и к попадающим посторонним предметам, отсюда—поломка рычагов букс.



Фиг. 8

При увеличении окружных скоростей картина значительно изменяется в худшую сторону, но здесь мы не имеем возможности все осветить.—Подробные изложения будут помещены в моей готовящейся к печати работе: „Исследование вальцевых станков и теория механического дробления зерна.“

Условия совершенно меняются, если расположить вальцевые катки совершенно горизонтально (фиг. 8).

Такую схему мы имеем в американских системах.

Здесь усилие размола приложено также на периферии валка, но если попытаться разложить усилие реакций, то мы получим только две силы — одну, создающую реакцию и направленную вертикально, она дает обратный вращающий момент P.r,—и вторую по линии, соединяющей оси вращения. Это усилие воспринимается исключительно упругостью пружин. Кроме того, вес подвижного вала, как видно из фиг. 8, совершенно не влияет на степень сжатия пружины и ее солидность (разве только из расчета восстанавливающего усилия).

Основным для нас, с точки зрения механиков, должно быть условие — устойчивость системы.

ГЛАВА II.

Колебания системы.

В предыдущей главе мы рассмотрели условия, касающиеся вращательного движения валов в предположении жестких опор. В самом же деле нажимной механизм, как вообще упругая система, де-

[1]) Свойством центра удара будет обладать точка P при правильном просчете конструкции станка.

формируется под действием внешних сил, веса и усилия размола, при чем количество затраченной работы на эту деформацию вполне определяется окончательным изменением формы пружины,—ее отклонением X.

При медленном возрастании отклоняющего усилия вся затраченная для этого работа накопится в виде потенциальной энергии пружины. Но коль скоро колебания усилий будут происходить со скоростью, достаточной для возникновения сил инерции, учет действующих сил и анализ движения делается несколько более сложным.

Для детального изучения господствующих усилий и величин перемещений обратимся к методам теории сопротивления материалов. Вспомним при этом, что потенциальная энергия выражается однородной функцией 2-й степени.

Кинетическая энергия свободно вращающегося вала равна:

$$\frac{1}{2} J \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1),$$

где J по-прежнему момент инерции вала относительно оси вращения.

Пусть валок, находящийся в положении угла φ_0 и двигающийся с угловой скоростью ω, в направлении возрастания φ встретил на своем пути частицу зерна. Очевидно, это сопротивление будет направлено в сторону, противоположную движению, а следовательно, валок должен получить внезапно импульс силы, момент которой „m“ в направлении возрастания угла φ (и ω).

Момент количества движения был равен $J\omega$, тепер он равен $J\omega + m$, и если через ω_1 обозначить новую угловую скорость (приращение будет отрицательно), то она окажется равной:

$$\omega_1 = \omega + \frac{m}{J} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Таким образом, кинетическая енергия валка будет:

$$\frac{1}{2} J \left[\omega + \frac{m}{J}\right]^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3),$$

а потенциальная его энергия представится как: $F(\varphi_0)$; общее уравнение движения вала будет следовательно:

$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{1}{J} f(\varphi) = 0$, где $f(\varphi)$, как и ранее сообщенный добавочно импульс, включает в себя и трение и работу всех сопротивлений вращению вала.

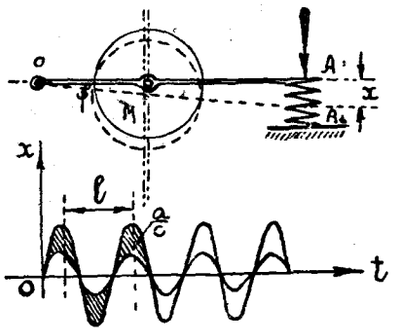
Пусть в свободном состоянии, т. е. без нагрузки размола валок имеет вес G_{klg} и сжатие пружины достигает $h_{см}$ на 1 кг. веса его.

Совершенно ясно, что при работе вальцев с нагрузкой пружина непрерывно колеблется вверх и вниз вместе с валком, колебаниями определенной частоты (пренебрегая собств. колебаниями пружины).

Колебания эти, суммируясь с неравномерностью питания и попадая в резонанс с собственными колебаниями станка (как массы), вызывают дрожание его, так часто замечаемое на мельницах.

Работа упругого механизма и рассмотрение вращения валка, как свободного тела, нами было взято с той целью, чтобы в последующем иметь возможность применить принцип д'Аламбера для определения работы. Часть этого исследования нами проделана в главе I.

В тот промежуток времени, когда вес валка и сил давления продукта фиксируются в определенном положении оконечностью пружины на высоте $A - A_1$ см. $= X$ (фиг. 9), то сила, действующая по направлению восстановления равновесия, $= \frac{x}{h}$ klg. и движущаяся



Фиг. 9

масса $= \frac{G}{g}$ — (пренебрегая массой пружины); тогда ур-ние равновесия будет:

$$\frac{G}{g} j = \frac{x}{h},$$

откуда ускорение колебания механизма будет:

$$j = \frac{x.g}{G.h} = \frac{x}{M.h}.$$

Это уравнение показывает, что в нашем пружинном механизме (как обычно) ускорение пропорционально величине единичного отклонения X. Тогда, очевидно, в уравнении простого гармонического движения (колебания пружины) $\frac{d^2x}{dt^2} + q^2x = O$, необходимо произвести замену q^2 на $\frac{g}{Mh}$, как величины постоянной.

Решением первого дифференциального уравнения будет:

$$x = a \operatorname{Sin} qt + в \operatorname{Cos} qt \text{ или } x = A \operatorname{Sin} (qt + E),$$

что дает закон, связывающий величину колебания „x" с временем „t". Взятый нами знак плюс перед q^2x правилен, так как при движении тела в положительную, при принятых обозначениях, сторону x возрастает, $\frac{dx}{dt}$ положительно, но $\frac{d^2x}{dt^2}$ отрицательно, т. е. движение тела при возрастании x замедляется.

Пусть при таком гармоническом (или, в частном случае, периодическом) колебании валка, покоющегося на пружинных опорах, при переходе его к изменению направления колебания движение замедляется силой, пропорциональной его скорости: $b \frac{dx}{dt}$.

Эта сила действует совершенно также, как и восстанавливающая

сила $\frac{x}{h}$, т. е. стремится вернуть валок в равновесное положение; тогда

$$\frac{M}{g}\frac{d^2x}{dt^2}+в\frac{dx}{dt}+\frac{x}{h}=0;$$

это условие, необходимое и достаточное для устойчивой работы механизма при условии, что в величину M вошли и давления (упругие) частиц, создающих добавочную величину ускорения. Отсюда не трудно усмотреть, какой закон связывает x и t при такого рода ослабляемой вибрации (решив уравнение).

Найдем те силы, которые производят эти колебания с амплитудой h при числе периодов в одну секунду = f.

Если x по-прежнему отклонение от среднего положения в какой-то промежуток времени, то движение можно выразить, как решение уравнения, аналогичного предыдущему; результат:

$$x = a \operatorname{Sin} bt \text{ или } x = a \operatorname{Sin} 2\pi f t;$$

тогда численная величина ускорения будет:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 4\pi^2 f^2 x$$

и сила, восстанавливающая систему в равновесное положение в кг., должна иметь величину:

$$T = \frac{4\pi^2 f^2 x . M}{9{,}81} \text{ кlg.}$$

Из представленной схемы (фиг. 9) можно видеть, как происходит гармоническое колебание механизма по закону: $x = a \operatorname{Sin} qt = a \operatorname{Sin} \varphi$, где a — постоянная величина пропорциональности.

В случае создания добавочных отклоняющих усилий, при учете действия упругости слоя продукта, кривая гармонического движения должна будет подняться выше над осью ot, на расстояние $\frac{a}{c}$, где величина C — Const (для данного продукта), при условии, что фазы колебания их равны и периоды совпадают.

Мы уже из рассмотрения примера колеблющегося груза, вернее вала в нашем случае, видели, по какому закону он совершает эти колебания. Совершенно ясно, что в среднем положении груз будет обладать максимальной скоростью и напряжение нашей пружины = 0[1]).

Попеременно скорость его возрастает и убывает, при чем кинетическая энергия в конечном отклонении груза превращается в потенциальную энергию пружины.

При жесткости пружины в кг. на 1 мт. перемещения ее конца = = e, для некоторого положения нашего вала на расстоянии x от

[1]) Предполагая отсутствие начального натяжения.

среднего положения мы имеем условия равновесия: $\frac{mc^2}{2}+\frac{ex^2}{2}=\frac{ea^2}{2}$ или $mc^2+ex^2=ea^2$, но так как вообще „C“ ни что иное, как

$$\frac{dx}{dt},\ \text{то}\ dt=\frac{dx}{c}=\frac{dx\sqrt{m}}{\sqrt{ea^2-ex^2}}$$

Находя отсюда время колебания t, получим:

$$t=\sqrt{\frac{m}{e}}\int\frac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}}=\sqrt{\frac{m}{e}}.\ \arcsin\frac{x}{a}.$$

Полный период колебаний вала около своего равновесного положения равен:

$$T=\sqrt{\frac{m}{e}}\left(\arcsin\frac{x}{a}\right)_{-a}^{+a}.2=2\pi\sqrt{\frac{m}{e}}.$$

При чем последнее равенство можно представить, как

$$T=\frac{2\pi}{\omega}.$$

В этом уравнении „ω“ равна равномерной угловой скорости точки, движущейся по кругу.

Диаметр этого круга определяет наше гармоническое движение (см. фиг. 1).

Для внесения закономерности в движение будем предполагать сжатие пружины, происходящим под влиянием двух основных усилий:

1) Силы $p=\frac{G}{g}$ от веса вала (Const.) и Q переменной, являющейся функцией от неравномерности сыпи и других явлений не всегда гармонического порядка. Под действием этих сил изменения происходят по кривой abcde. Силы Q, при синхронизации их периодов с собственным периодом вибрации механизма (пружины), увеличивают их, пока импульс молекулярных сил материала пружины не поглотит полного периода abcde.

Этот импульс можно назвать упругим гистерезисом вибрирующей системы. Явления эти до сих пор мало изучены и сводятся к тому, что даже в пределах пропорциональности происходят процессы, поглощающие энергию деформации. Таким образом точно учесть ее не представляется технически возможным.

Максимальный импульс сил Q определится (см. гарм. кривую) так:

$$\frac{A}{2}\int_{x_0}^{x_0+\frac{t}{2}}Qdx=\int_0^{\pi}Q_1\,\mathrm{Sin}\alpha\,\frac{t}{2\pi}\,d\alpha=Q_1\frac{t}{\pi},$$

при чем:

$$\frac{A}{2}=Q_1\frac{t}{\pi}=Q_3\frac{3t}{\pi}=Q_5\frac{5t}{\pi};\ Q_1=3Q_3=5Q_5=7Q_7\ \text{и т. д.}$$

В самом деле, кривая действия и колебания нашей упругой системы является весьма сложной кривой, и для разложения ее на элементарные кривые пришлось бы обратиться к методу гармонического анализа.

Пользуясь теоремой Фурье, всякую периодическую функцию можно разложить на ряд гарм. функций вида:

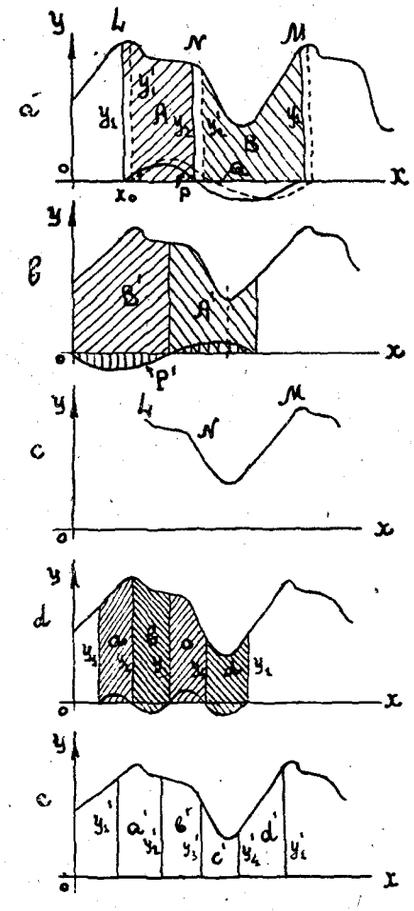
$$y = a \operatorname{Sin} (qt + \varphi),$$

где a—амплитуда, y—ордината среднего положения во время t; φ—угол сдвига функций и, наконец, q—постоянная.

Однако, разложение периодических функций при помощи теоремы Фурье сложно и затруднительно.

В практике вычислений гармонический анализ производится следующим образом[1]).

Пусть мы имеем сложную периодическую кривую действующих сил (см. фиг. 10) с периодом LM = t. Необходимо определить, могут ли эти усилия вызвать вибрацию системы с периодом, равным периоду LM. Разделим период их действия на две равные части и предположим, что в течение первой половины периода детали колеблются в одну и во второй в другую сторону. При чем предполагаем, что при движении вниз они содействуют движению валов, а в противоположном направлены против (т. е. преодолевают и силу тяжести).



Фиг. 10

Таким образом в конце каждого (колебательного) периода LM колебательное движение тела поглощает импульсы сил = разности площадей A и B.

Гармоническая кривая P представляет колебательное движение с тем же периодом t соответствующего импульса A—B. Этот импульс поглощается гармоническим импульсом молек. сил пружины.

Обозначим период этот = 2π, тогда мы имеем:

$$\frac{1}{2}(A - B) = P_1 \frac{t}{\pi},$$

[1]) См. Л. Мартенс: „К вопросу о вибрациях поршневых двигателей".

где P_1 = максим. напряжению колеблющегося механизма и пропорционально его амплитуде. Найденная для этой части синусоида есть:

$$P = P_1 \operatorname{Sin} 2\pi \frac{x - x_0}{t} = P_1 \operatorname{Sin} (\alpha + \varphi_1),$$

но она не определяет еще того гармонического колебания, которое возникает при действии сил диаграммы.

Ведь может существовать еще и другая гармоническая кривая с углом сдвига $\varphi + \frac{\pi}{2}$, максимальное напряжение которой P'_1 не нашло выражения в вышеприведенной формуле. Для ее определения передвинем ординаты $У_1$ и $У_2$ на четверть периода вправо. Разность A — B даст выражение для определения

$$P'_1 = \frac{\pi}{2t} (A' - B'),$$

тогда вторая синусоида — с периодом также = t — имеет вид

$$P' = P_1' \operatorname{Sin} 2\pi \frac{x + \frac{1}{4}t - x_0}{t} = P_1' \operatorname{Sin} (\alpha + \frac{\pi}{2} + \varphi_1) = P_1' \operatorname{Cos}(\alpha + \varphi_1)$$

Получили косинусоиду. Общий вид нашей гармонической кривой с периодом t будет:

$$Q = P_1 \operatorname{Sin} (\alpha + \varphi_1) + P_1' \operatorname{Cos} (\alpha + \varphi_1).$$

Величина Q достигает maximum'а, при

$$P_1 \operatorname{Cos} (\alpha + \varphi_1) = P_1' \operatorname{Sin} (\alpha + \varphi_1),$$

или что тоже при

$$\operatorname{tg} (\alpha + \varphi_1) = \frac{P_1}{P}.$$

Таким образом

$$Q_1 = \sqrt{P_1^2 + P_1''^2};$$

тогда

$$Q = Q_1 \operatorname{Sin} (\alpha + \varphi_1') \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (9);$$

угол сдвига φ_1 легко определить из (6) и (9), подставляя $\alpha = 0$,

Тогда

$$P_1 \operatorname{Sin} \varphi_1 + P_1' \operatorname{Cos} \varphi_1 = \sqrt{P^2_1 + P'^2_1} \operatorname{Sin} \varphi;$$

откуда

$$\operatorname{Sin} \varphi_1' = \frac{P_1 \operatorname{Sin} \varphi_1 + P'_1 \operatorname{Cos} \varphi_1}{\sqrt{P_1^2 + P_1'^2}}.$$

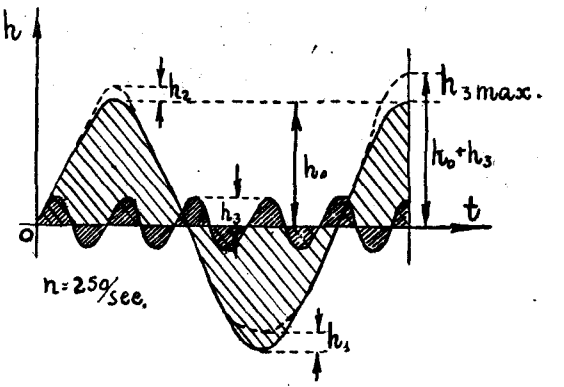
Можно употребить также выражения:

$$\operatorname{Sin}(\varphi'_1-\varphi_1)=\frac{P_1'}{Q_1};\ \operatorname{Cos}(\varphi'_1-\varphi_1)=\frac{P_1}{Q_1}.$$

Таким путем из данной сложной периодической кривой можно выделить любое число гармонических кривых в зависимости от x_0 или φ_1.

Из этих гармоник необходимо теперь выделить те, при которых P_1 P'_1 и Q_1 являются maximum.

Для этого будем передвигать ординаты $У_1$ и $У_2$ (см. фиг. 10) диаграммы, сохраняя $\frac{t}{2}$ между ними и будем определять разности $A-B=F_1$ для каждого положения; продолжать это мы будем до тех пор, пока не определим то положение ординат, при котором F_1 наибольшая.



Фиг. 11

При каждом передвижении на элемент dx — площадь A уменьшается на $y_1\,dx$ и увеличивается на $y_3\,dx$. Площадь же B уменьшается на y_2dx и увеличивается на $y_1\,dx$. После передвижки величина $F_1=A-B$ превратится в:

$$(A-y_1dx+y_2dx)-(B-y_2dx+y_1dx),$$

т. е. дифференциал разности их будет:

$$dF_1=2\,(y_2-y_1)\,dx.$$

Max. F_1 и Max. P_1 достигается при $y_2-y_1=O$ и $y_1=y_2$.

Не трудно убедиться, что Max. $P_1=$ Max. P'_1.

Максимум Q_1 определится из уравнения

$$Q_1^2=P_1^2+P'^2_1=\frac{\pi^2}{4t^2}(F_1^2+F_1'^2),$$

Maxim Q_1 будет при

$$F_1dF_1+F'_1dF_1'=O,$$

но

$$dF_1=2\,(y_2-y_1)\,dx;\ dF_1'=2\,(y'_2-y'_1)\,dx$$

отсюда:

$$\frac{F_1}{F_1'}=-\frac{dF_1'}{dF_1}=-\frac{y'_2-y'_1}{y_2-y_1}=\frac{P_1}{P_1'}\ \ldots\ldots\ (11).$$

Не трудно видеть, что периодические силы нашей кривой могут не поглотиться в каждый момент полученными кривыми гармонического колебания того же периода и остаточная кривая в состоянии вызывать колебательные движения с другими периодами.

Их гармонические кривые определяются тем же путем.

Таким образом определяются гармоники колебательного движения любого периода, возникающие под действием сил, изменяющихся по сложной периодической кривой.

Однако, этим не определяются те гармоники, которые являются составляющими согласно теореме Фурье.

При их определении необходимо учесть, что каждая из найденных гармоник составляется из других, того же порядка, но умноженных на 1, 3, 5, 7 и т. д.

Их амплитуды соответственно равны 1, $^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$ и т. д.

Приняв

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \ldots\ldots = \varphi_n = \varphi,$$

напишем ряд Фурье для сложной периодической кривой, принявшей вид:

$$R = \sum_{n=1}^{n=\infty} A_n \operatorname{Sin} n\,(\alpha + \varphi) + \sum_{n=1}^{n=\infty} B_n \operatorname{Cos} n\,(\alpha + \varphi);$$

тогда:

$$A_n = P_n - \frac{1}{3} P_{3n} - \frac{1}{5} P_{5n} - \ldots;\quad B_n = P'_n - \frac{1}{3} P'_{3n} - \frac{1}{5} P'_{5n} - \ldots$$

Таким образом, ряд Фурье для нашей кривой напишется в виде:

$$R = \sum_{n=1}^{n=\infty} \left(P_n - \frac{1}{3} P_{3n} - \frac{1}{5} P_{5n} - \ldots\right) \operatorname{Sin}\,(\alpha + \varphi) +$$

$$+ \sum_{n=1}^{n=\infty} \left(P'_n - \frac{1}{3} P'_{3n} - \ldots\right) \operatorname{Cos} n\,(\alpha + \varphi);$$

здесь P и P′ являются соответствующими амплитудами кривой.

Таким образом, всякую периодическую кривую можно разложить на бесконечное число рядов Фурье указанным методом в зависимости от $\angle\varphi$ или от x_0.

Рассуждая по отношению к найденным, составляющим гармоническим кривым так же, как мы рассуждали по отношению к гармонической кривой обычного вида, мы сумеем определить как критические, так и благоприятные скорости вращения.

Если бы собственный период колебания системы точно совпадал бы с периодом соответствующей гармоники движения вала, и если бы последняя повторялась бы во все время работы вальцев без изменений, то вибрация всей системы станка, теоретически говоря, могла бы установиться для любого угла.

В действительности этого не происходит. Всегда между кажущимися синхроничными их колебаниями существует некоторая разница; как бы мала она ни была, а это создает совершенно иные условия вибрации, Кроме того, кривая колебания механизма в целом также меняется в зависимости от нагрузки станка, числа оборотов дифференции и т. д.

Результатом этого является вибрация $\angle \varphi$, амплитуда которого изменяется непрерывно, при чем в тот момент, когда достигается соотношение

$$\frac{F_n}{F'_n} = \frac{P_n}{P'_n} = \frac{(y'_2 + y'_4 + \ldots + y'_{2n}) - (y'_1 + y_3' + \ldots + y'_{2n-1})}{(y_2 + y_4 + \ldots + y_n) - (y_1 + y_3 + \ldots y_{2n-1}},$$

амплитуда Q_n достигает максимума.

Посмотрим еще, как отразится на форсировке колебаний механизма явление резонансное, со стороны совпадения частоты колебаний упругого механизма и собственных колебаний материала станка. Вообще говоря, трудно учесть всевозможные вариации конструкции вальцевого станка. Ее можно представить только как совокупность жестких стержней и станины, имеющей свой собственный период колебания, как колебания определенной массы.

В основном форсировка вибрации должна происходить и происходит под действием неравномерности питания, поскольку таковое несовершенно. Все же механических влияний необходимо избежать. Совершенно незначительно происходит усиление колебаний вследствие неплавности зацепления зубчатой передачи. Усмотреть это легко из следующего рассуждения:

Пусть окружная скорость шестерен 5 mt/sec; тогда при шаге зубьев в 20 мм. число зацеплений в 1 сек. будет:

$$\frac{5000}{20} = 250$$

Такое количество толчков в 1 сек. не может отозваться на колебаниях станка гармонически. Возможен только случай биений, т. е. тот случай, когда к гармоническому колебанию механизма через определенное число периодов присоединяется совпадающее по фазе колебание толчкообразное. При чем амплитуда колебания добавочного может быть весьма различна. Из диаграммы (см. фиг. 11) можно усмотреть, что число совпадений колебаний невелико, что значительного влияния на устойчивость станины оказать не может, кроме периодического гула. В том случае, когда происходят совпадения колебаний станка с колебаниями упругого механизма, станок начинает дрожать.

Точка укрепления пружины штурвального механизма может совершать под влиянием резонансных усилий некоторое поступательное движение, весьма незначительное по величине, но отзывающееся тем

не менее на форсировке вибраций и изменяющее ширину рабочей щели. Происходит это вследствие наличия пружинного механизма.

Выражение механической вибрирующей системы может быть представлено:

$$\frac{M}{g}\cdot\frac{d^2x}{dt^2}+в\frac{dx}{dt}+\frac{x}{h}=\frac{y}{h},$$

где y — величина отклонения „мертвой точки" крепления пружины.

Здесь мы, как и ранее, пренебрегли величиной сил трения между деталями механизма и собственными вибрациями пружины.

Общее выражение вибрирующей системы после некоторого преобразования может быть представлено так:

$$\frac{d^2x}{dt}+\frac{gx}{Mh}\frac{dx}{dt}=\frac{g}{Mh}y\ldots\ldots\ldots\ldots(11)$$

Пусть остальные детали станка и сама станина колеблются во время работы по уравнению: $y=a\ \mathrm{Sin}\ qt$, находясь в определенной зависимости от числа оборотов привода и неравномерности питания, и следовательно, являются какой-нибудь сложной периодической функцией.

Это легко предположить, так как (мы ранее упоминали) система жестких стержней (т. е. станок в целом) подчиняется закону Гука и обладает определенным периодом и частотой собственных колебаний.

Рассмотрению будет подлежать один член ее.

В том случае, когда у нас $y=o$, точка крепления мертва, — естественная вибрация выражается уравнением:

$$x=b\ \mathrm{Sin}\left[\sqrt{\frac{g}{Mh}}+m\right],$$

где „b" и „m" — суть постоянные величины.

Заменим в ур-нии вибрир. системы „$\frac{g}{Mh}$" через „n^2" (очевидно по степени оно равноценно) для удобства извлечения корня.

Величина „n" есть не что иное, как $2\pi f$ где, „f" число периодов в sec естественных вибраций массы тела „g".

Тогда (11) перепишется:

$$\frac{d^2x}{dt^2}+n^2x=n^2y=n^2a\ \mathrm{Sin}\ qt.$$

Посмотрим, не есть ли решение этого дифференц. уравнения

$$x=A\ \mathrm{Sin}\ qt+B\ \mathrm{Cos}\ qt;$$

если это окажется так, то

$$\frac{d^2x}{dt^2}=-aq^2\ \mathrm{Sin}qt-Bq^2\ \mathrm{Cos}qt;$$

подставляя коэффиц.

$$\text{Sin } qt \text{ и } \text{Cos } qt,$$

мы получим:

$$-Aq^2 + n^2A = n^2a,$$

так что

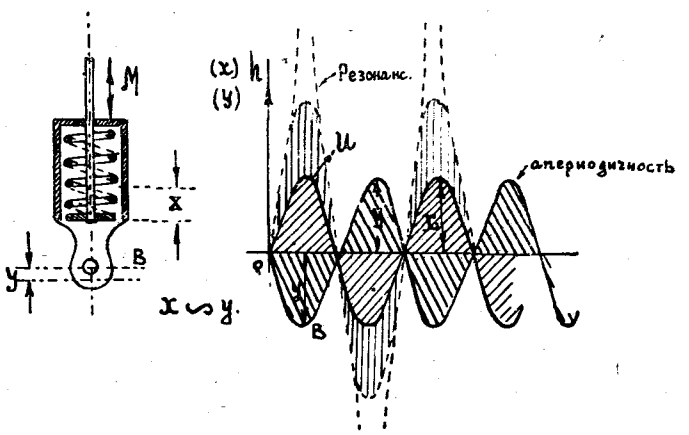
$$A = \frac{n^2a}{n^2 - q^2} \text{ и } -Bq^2 + n^2B = O.$$

Отсюда видно, что $B = O$, если только $n \neq q$.

Следовательно, решение будет:

$$x = \frac{n^2a}{n^2 - q^2} \text{Sin } qt.$$

Выражение это показывает, что форсировка вибраций, синхронична с собственными колебаниями станка (в промежутки равномер-



Фиг. 12

ного питания) и амплитуда колебания пружины увеличивается в этом случае в:

$$\frac{1}{1 - \frac{q^2}{n^2}} \text{ раз}$$

против амплитуды колебания станка (т. е. точки крепления упругого механизма).

Когда число форсированных периодов и увеличенных амплитуд составляет малую часть числа естественных периодов, форсированная вибрация „M“ есть точная копия движения опоры „B“ (см. фиг. 12).

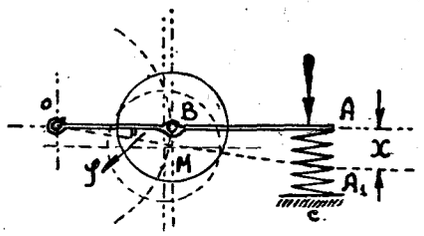
Когда форсированное движение делается более быстрым, движение массы „M“ $= \frac{G}{g}$ — является как бы преувеличенным движением „B“.

Совершенно ясно, что в том случае, когда форсированная вибрация становится близка к естественной, движение массы валков и подвижных подшипников превращается в сильно увеличенное движение опоры В и станок начинает дрожать — наступил резонанс.

Но вследствие наличия сил трения между различными деталями амплитуда вибраций не может сделаться бесконечной. Как видно из графика, движение „М“ всегда отстает на полпериода от „В“, находясь внизу своего пути, когда „В“ наверху, и наоборот.

Рассмотрим чисто теоретически пример на станке Бюллера (см. фиг. 13).

Предполагаем, что вес рычагов невелик по сравнению с весом вала и подшипников. Рычаги, покоясь одним концом на шарнирной опоре „о“, а другим на подвижной опоре „A_1“ (пружина), обладают одной степенью свободы.



Фиг. 13

Когда точка „А“, под действием веса и приложенной внешней силы от размола продукта, переместится в положение „A_1“ на расстояние „x“ от своего равновесного положения, упругая сила пружины $= \frac{x}{h}$.

Угловое перемещение рычага за это же время произошло по направлению часовой стрелки и равно $\frac{x}{AO} = \operatorname{tg}\varphi$.

Момент инерции, умноженный на угловое ускорение, численно равен моменту силы.

Момент инерции при движении вала по стрелке есть:

$$J = \frac{M}{g} \cdot OB^2.$$

Угловое ускорение есть ни что иное как:

$$\frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{OA};$$

так что

$$\frac{M}{g} \cdot OB^2 \cdot \frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{OA} + \frac{x}{h} \cdot OA = 0;$$

или, переписав иначе, получим:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{OA^2}{OB^2} \cdot \frac{g}{Mh} x = 0.$$

Таким образом, мы получили основное диф. уравнение равновесия системы.

Исходя из вышеизложенного, не трудно придти к некоторым практическим выводам чисто конструктивного значения.

ВЫВОДЫ.

1. В вальцевом станке все зависимые величины (элементы механизма) должны быть связаны строго математическими соотношениями: сыповой аппарат, скорость подачи, число оборотов валов, дифференция, масса валов и их взаимное расположение. (Вследствие громоздкости изложения всех выводов, не представляется возможным в настоящей статье наметить все результаты работы).

2. Работа, затраченная приводом, включает в себя работу полезную (размола, питания) и работу вредную, выражающуюся в деформировании упругого механизма [1]), явления резонанса и механического гистерезиса системы станка.

3. Учет работы станка должен производиться графоаналитическим методом, путем снятия соответственной диаграммы работы упругого механизма, ее анализа и сумирования с динамометрическим испытанием самого станка [2]).

4. Путем аналитического исследования (§ 2) необходимо проверять условия работы опор валов, их величины, удельные давления, соответствующие полной динамической нагрузке станка.

5. Необходимо тщательно заняться исследованиями по механической технологии зерна, с целью подыскания наивыгоднейшего метода воздействия на зерно в смысле его измельчения.

6. Направление ленты продукта в рабочую щель должно соответствовать требованиям § 2.

7. Расположение валов при повышенных скоростях их должно быть исключительно горизонтальным.

8. Пружинный механизм вальцевого станка не должен воспринимать усилий веса, а исключительно работать, как механизм регулировочно-предохранительный.

9. Подбор углов резания рифлей и их уклона должен находиться в соответствии со скоростями вращения валов и их диаметром.

10. Все валки, предназначающиеся для работы с повышенными скоростями, как правило, должны быть выбалансированы динамически, с приложением резонансных, критических величин.

---

[1]) Даже при наличии равномерного питания и значительной упругости пружины наджимного механизма вальцевые катки разжимаются усилием размола, а следовательно, происходит затрата работы.

[2]) Работа экспериментальная еще не закончена. Методика графо-аналитического анализа станков и приборов для испытаний будет дана в последующих №№.

11. Диаметр вала должен находиться из условий прочности и в строгом соотнсшении (см. § 2) с его массой, при чем за счет уменьшения его веса можно допускать уменьшения d. Необходимо соблюдение следующего правила: радиус, на котором прилагается усилие размола, должен быть равен длине приведенного маятника равновеликой массы.

12. Число оборотов каждой системы станка должно быть определено 4-мя границами: от и до наступления резонанса, затем в соответствии с выводами § 3, после критического момента и до предела, угрожающего прочности деталей.

13. Необходимо создание при исследовательском институте специального подотдела исследования машин дробления и измельчения зерна.

Кондиционирование.

(Описание и расчет).

Фридман Ида, Милиевский П., Гурвич Б.

Оболочка пшеничного зерна очень хрупка в сухом виде, но становится крепкой и эластичной, когда ее смачивают. Поэтому, если оболочка пшеницы не укреплена увлажнением, в особенности наружный ее покров, который особенно ломок, она превращается при дроблении зерна в мучнистую пыль, просевающуюся сквозь сита вместе с мукой и портящую цвет последней.

Влага также влияет на зародыш и питательную часть оболочек, которые под действием воды несколько твердеют, и проходя через гладкие вальцы, превращаются в плоские лепешки, отсевающиеся от муки на ситах.

Теперь уже общеизвестно, что при проникновении влаги в эндосперму получается более однородный продукт при размоле, а при сопровождении термическим воздействием улучшается мукомольная и хлебопекаренная ценность муки, благодаря химико-биологическим процессам.

К таким воздействиям относится кондиционирование или темперирование зерна (термины равнозначны).

Этот процесс заключается в обработке пшеницы преимущественно водой, сопровождающейся термическим воздействием на зерно.

При процессе кондиционирования, производящемся в специальных аппаратах (описание ниже), происходит следующий ряд явлений. Увлажнением зерна при одновременном воздействии тепла вызывается работа азотистых веществ—энзим, которые сами не подвержены изменениям и играют роль органических катализаторов, т.е. ускоряют изменение составных частей зерна—крахмала, клетчатки и белковых соединений.

По своему действию энзимы классифицируются следующим образом:

1) Энзимы гидролизирующие, к которым относятся энзимы, расщепляющие углеводы, протеиновые тела и жиры.

2) Энзимы окисляющие.

3) Энзимы спиртового брожения.

4) Энзимы, восстанавливающие перекись водорода.

Для нас наибольший интерес представляют энзимы гидролизирующей группы—диастаз солода, превращающие крахмал в мальтозу и декстрин по формуле:

$$-10\ (C_{12}\ H_{20}\ O_{10}) + 8H_2O = 8C_{12}\ H_{22}\ O_{11} + C_{24}\ H_{40}\ O_{20}.$$

Эти энзимы играют большую роль в муке, т. к. определяют диастатическую активность, проявляющуюся в превращении части крахмала в сахар, что дает в конечном итоге после превращения нужную для подъема теста и создания пористости—углекислоту.

При кондиционировании фосфаты, находящиеся в оболочках, растворяются в воде и вместе с ней проникают в эндосперм, повышая его качества.

Для лучшего действия энзим—наивыгоднейшие пределы температур—40° ÷ 50° С. При более низких или высоких температурах энзиматическое действие слабее. При 60° ÷ 70° С энзимы, находящиеся в жидкости, уже убиваются; в сухом же виде они могут переносить 100° С и выше. Отсюда ясна роль температур для работы энзимов.

Процесс темперирования прибавляет к пшенице некоторое количество воды, зависящее от свойств пшеницы и от количества влаги, уже имеющейся в зерне, т. к. влажность зерна, поступающего на 1-ое дранье, должна быть определенная. Эта влага компенсирует потерю, происшедшую во время помола, которая зависит в значительной степени от температуры и влажности внутри мельницы (см. табл. № 1).

Мягкая пшеница требует гораздо меньше времени для темперирования, нежели твердая, а новая пшеница требует более длительного темперирования, чем старая, ввиду того, что вода в нее проникает медленнее.

Этим объясняется продолжительность кондиционного периода.

В шеретовке имеются следующие температуры пшеницы по Фаренгейту в различных стадиях очистки и кондиционирования:

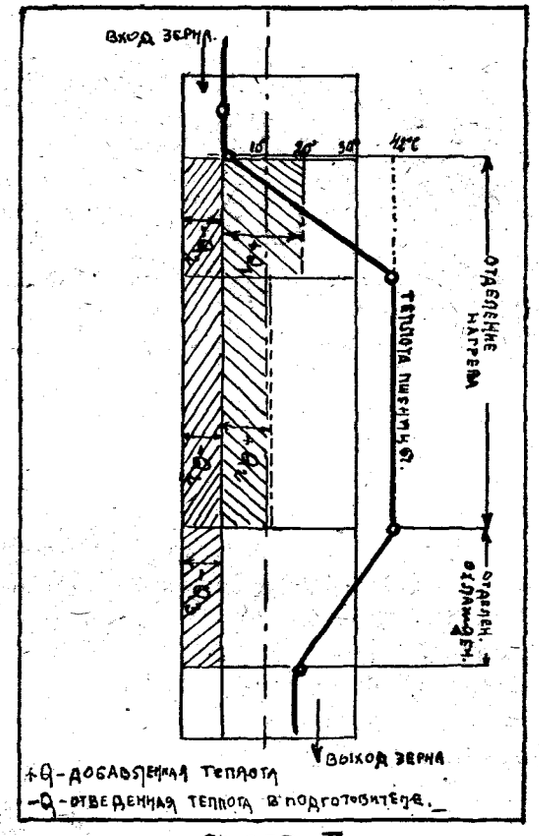
Таблица № 1.

В закроме	20°	30°	48°	50°	58°	64°	74°
Температура перед мойкой	60°	62°	66°	70°	74°	72°	76°
Температура моечной воды	70°	70°	60°	80°	72°	72°	52°
После мойки	64°	65°	62°	74°	72°	74°	68°
При поступлении в закрома для очистки	64°	65°	64°	74°	72°	74°	68°
После этих закромов	63°	64°	64°	74°	70°	73°	62°
Перед первой обойкой	65°	64°	66°	74°	70°	73°	74°
После первой обойки	66°	68°	76°	76°	72°	75°	76°
Перед второй обойкой	66°	68°	76°	76°	72°	75°	76°
После второй обойки	69°	72°	79°	78°	74°	76°	79°
На первом дранье	74°	76°	78°	76°	76°	76°	80°
Влажность пшеницы после элеватора в %%	14,2	14,4	14,4	13,7	14,0	13,7	13,6
Влажность зерна после мойки в закромах для отлежки:							
Влажность на первом дранье	15,5	15,5	15,6	15,5	5,15	15,3	15,4
Температура в шеретовке	74°	78°	78°	76°	73°	76°	82°

Температуры эти средние в течение всего года.

Возникает вопрос, в каких отношениях пшеница должна быть обработана в течение этих 1—$1^1/_4$ часов для того, чтобы быть наилучшим образом подготовленной для поступления на вальцы. Для того, чтобы иметь возможность составить план, каким образом смешивать и обрабатывать различные сорта пшеницы, нужно прежде всего исследовать, какие различные возможности обработки имеются в кондиционере.

Кондиционер есть высокая башня (столб), который пронизан воздушными каналами и нагревательными телами. Зерно проходит через эту шахту и при этом нагревается до определенной конечной температуры. Допустим, что эта температура для твердых пшениц будет 42°, а для мягких—55°. Тогда нижеследующие диаграммы покажут, по каким кривым возможно достижение этих конечных t°, по мере прохождения через шахту. На диаграммах (№ 1) на ординатах отложены температуры, влажность и доставляемое количество тепла, а на абсциссе—соответствующий путь пшеницы в кондиционере.



Диагр. I

Пшеница поступает в приемник, где $t° = 0$. В верхней части горячего отделения ей дается в течение длительного промежутка времени колич. тепла $+Q_1$, в то время как $-Q_2$ представляет потерю тепла при прохождении; так как $+Q_1$ больше, чем $-Q_2$, то пшеница нагревается до 40°.

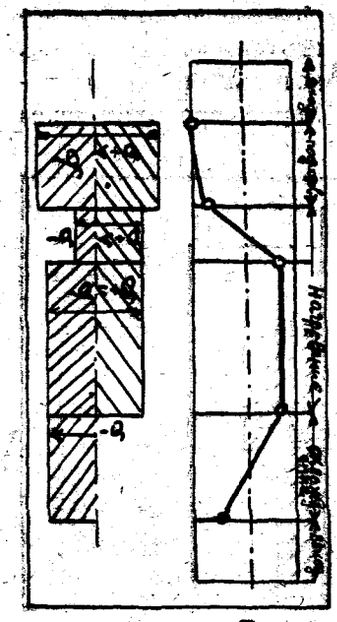
В течение дальнейшего прохождения в горячем отделении ей доставляется столько тепла ($+Q_2$), сколько теряется ($-Q_2$). Так как $(-Q_2) = (Q_2)$, то t° пшеницы остается постоянной.

При вступлении пшеницы в холодильное отделение приток тепла $(+Q_2) = 0$. Отнятием тепла ($-Q_3$) пшеница охлаждается с 42° до 20°.

Что касается пшеницы с высокой влажностью, то очень важно поверхностную влагу от зерна удалить как можно скорее, не повышая температуры, дабы пшеница не могла принять в себя влагу.

Этого можно достичь целесообразнее всего, согласно диаграмме II, если кондиционер устроен так, что горячий воздух просасывается

через влажную пшеницу, поступающую из мойки. Этот прием дает возможность даже наиболее влажные и слабые пшеницы промыть и прилично подготовить к помолу; естественно, что он применим и для доброкачественных пшениц.



Диагр. II

Поступающая из мойки влажная пшеница входит в приемник. Далее, при сушке горячий воздух действует на нее и дает ей (длительно) количество тепла (+Q). Большая часть ее (—Q) используется для испарения внешней влаги и только разность (+Q)—(—Q), нагревает пшеницу на несколько градусов в нагревательном отделении. В течение продолжительного времени дается количество тепла (+Q) и так как (—Q), равное потере тепла очень мало, то пшеница сильно нагревается и t° доходит до 55°.

Как только достигается эта t°, влага снова отсасывается (нагрев. отделен. C) и при этом затрачивается тепло (—Q). Так как (+Q)=(—Q), то пшеница сохраняет t° 55° до тех пор, пока не достигает холодильного отделения и здесь происходит отнятие тепла.

Как показывает описание диаграмм I и II, кондиционирующая колонна УСА в общем состоит из:

1) нагревного отделения;

2) охладительного отделения, регулирующего приспособления для впуска и выпуска, и аспираторного пространства.

Нагревное отделение. Оно образует квадратный высокий приемник, под которым находятся группы нагревающих приспособлений, составленных по отдельным, расположенным этажеобразно один на другом, радиаторам, внутри которых находится вода.

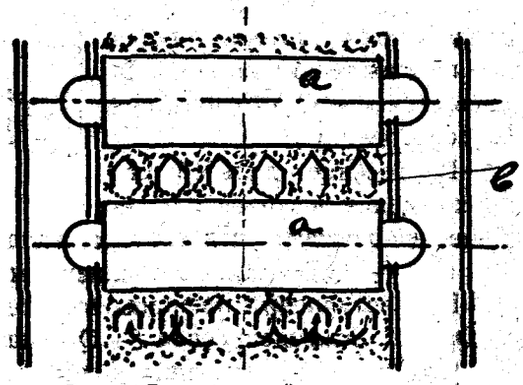


Рис. 1. Вертикальный разрез спереди.

Конструкция радиаторов такова, что непрерывно сыплющаяся, подлежащая кондиционированию пшеница, приходит в ближайшее соприкосновение с их поверхностями. Радиаторы так расположены, что пшеница при пропуске через нагревное отделение постепенно и всесторонне подвергается влиянию теплоты.

Обозначения: a—радиаторы; b—жестяные каналы; c—вход свежего

воздуха; d—аспирационный канал. В нагревной части образовывается насыщенная водяными парами тепло-сырая атмосфера, способствующая всестороннему равномерному нагреванию и увлажнению зерна. Образующиеся во время кондиционирования пары отводятся, смотря по надобности, скорей или медленней, особым, вделанным в нагревную часть приспособлением для отвода воздуха. Характерным признаком его являются жестяные каналы. Расположенные на подобие колосников между отдельными этажами радиаторов (рис. 2), каналы имеют крышеобразное сечение (рис. 1); они снизу открыты, а на одном конце, как то видно на рис. 3, закрыты. Эти каналы, как показывает рис. 3, поочередно оканчиваются в атмосфере и аспирационном пространстве, находящемся в соединении с эксгаустером. В силу такого расположения наружный воздух не может быть аспирирован, не пронизав находящихся между двумя соседними жестяными каналами слоев зерна. Из нагревного отделения непрерывным потоком зерно поступает в охладительное отделение. Между нагревным и охладительным отделениями вделан закрывающий шибер, который может быть закрываем, как при пуске колонны в действие (первое наполнение), так и при возможных неправильностях производства, для отделения нагревной части от охлаждающей, напр., во время чистки охладительных шахт.

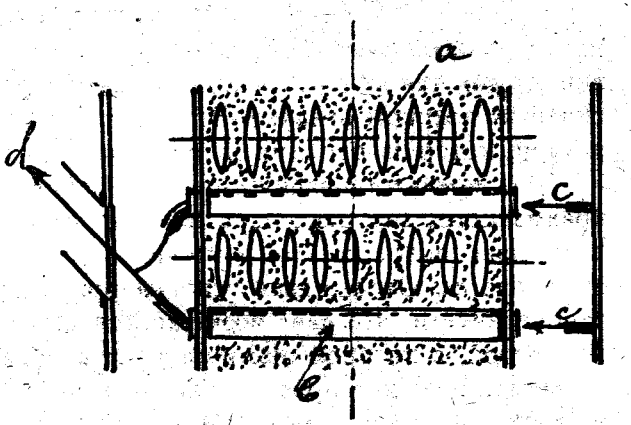


Рис. 2. Вертикальный разрез сбоку.

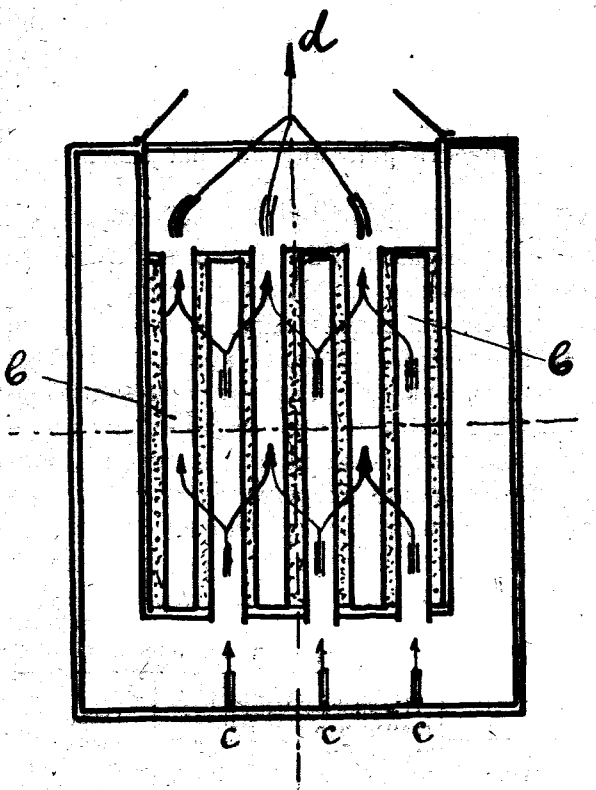


Рис. 3. Горизонтальный разрез через аспирацию нагревной зоны.
Обозначения—b—жестяные каналы,
c—впуск свежего воздуха,
d—аспирационный канал.

Охладительное отделение. Оно конструктивно разделено на многие легко вынимаемые подвешенные ячейки, так что охлаждающие поверхности хорошо доступны и в случае необходимости легко могут быть очищены. Взаимное расположение ячеек и устройство каждой из них таковы, что каждая, независимо от другой, пронизывается сильным потоком воздуха. Этим зерно получает примерно ту температуру, которую оно имело при впуске.

Для препятствования сильному действию проникающей воды на крахмалистое зерновое ядро или эндосперму зерно в охладительном отделении подвергается действию сильной струи воздуха и вновь охлаждается. Охлаждение усиливается испарением влаги, приставшей к поверхности, что дает возможность выпускать зерно с той же температурой, с которой оно поступает в обработку.

Регулирующие приспособления впуска и выпуска так соединены механически и так урегулированы, что колонна постоянно заполнена зерном. Если же вследствии усиленного доставления зерно дойдет до наполнительной воронки, то немедленно начинает действовать регулирующее впуск и выпуск приспособление и автоматически увеличивается выпускное отверстие. Температуру нагревной зоны можно приспособить к влажности зерна, его качествам, температуре воздуха и к производительности колонны.

Групповое расположение нагревных органов дает возможность в более или менее короткий срок довести пшеницу до требуемой температуры.

Выгоды нагрева горячей водой, применяемой, как уже было упомянуто в кондиционерной колонне образца УСА, состоят в том, что из всех подходящих веществ вода имеет наибольшую теплоемкость, вследствие чего допускает компактную и весьма выгодно работающую конструкцию колонны. Применение нагревной воды, кроме того, дает возможность держать более постоянную температуру, чем в аппаратах, работающих паром. Поэтому в первом случае кондиционирование более правильное. В хозяйственном отношении наряду с лучшим кондиционированием получается значительное сбережение топлива при пользовании водонагревными аппаратами, по сравнению со старым способом кондиционирования нагретым воздухом. При воздушном нагреве нагревание отдельных зерен в толщине слоя идет неравномерно.

Кондиционная колонна, образец УСА, размеры, веса и проч.

Величина	Потребность места в миллиметрах			Предполагаемая производительн. в клгр. в час	Предполагаемые веса в килогр.	Объем сведен. к кв. метрам
	длина	ширина	высота			
2	3350	1160	6665	2500	3800	16.0
3			8275	3800	5100	20.0
4			9985	5000	6400	23,0
5			11965	6000	9425	34,4

Тепловой расчет кондиционеров Бюллера УСА—4.

Исходя из конструкции кондиционеров УСА и принципа их действия, мы можем весь расход тепла (на них) разбить на три статьи:

1. На подогрев зерна.

„C“ зерна $= g\sigma$ (taw—tew),

где g—производительность кондиционера в клгр.,

σ—теплоемкость зерна,

taw—tew—разность температур входящего и выходящего зерна.

2. На подогрев воздуха, омывающего зерно.

„C“ возд. $= e\ (\lambda + de\delta)$ (tal-tel),

где e—количество воздуха в клгр/час, протягиваемого через кондиционер,

λ—теплоемкость воздуха,

δ—теплоемкость пара,

de—содержание паров во входящем в кондиционер воздухе.

tal—tel—разность температур входящего и выходящего воздуха.

3. На испарение влаги.

„C“ влаги $= w\ (60\Delta$—tkw) — $w\delta$ (twk—tal),

где w—количество удаляемой кондиционером влаги, в клгр/час,

tkw—температура зерна, при которой ведется кондиционирование.

При изменении процента удаляемой в кондиционере влаги необходимо регулировать:

1) количество просасываемого воздуха и

2) количество тепла, подаваемого в нагревательно-аспирируемую зону.

При постоянных атмосферных условиях количество влаги, удаляемой кондиционером, прямо-пропорционально по весу просасываемому через него воздуху.

$$w = l\ (da - de).$$

Имея в числе данных производительность кондиционера и общее количество расходуемого на него тепла, мы можем определить количество испаряемой им влаги следующим образом: баланс тепла кондиционера представляется в виде:

C зерна + C воздуха + влаги + излуч. = C общ.,

где C изл. есть часть C общ., часть, которую можно выразить в %%-тах от последнего.

$$C\ \text{изл.} = \frac{n}{100} . C\ \text{общ.}$$

C зерна зависит исключительно от производительности кондиционера (g), теплоемкости зерна (σ) и разности температур его.

C возд. и C влаги зависят исключительно (при постоянных атмосферных условиях) от количества удаляемой влаги.

Исходя из этого баланса тепла, переписанного так, чтобы члены, зависящие от количества удаляемой влаги, стояли в левой части,

$$C\ возд. - C\ влаги = C\ общ. \frac{n}{100}\ C\ общ. - C\ зерна$$

мы можем составить такое уравнение:

$$l(\lambda + de\delta)(tel - tal) + w(60\Delta - tkw) - w\delta(tkw - tal) =$$
$$= C\ общ\left(1 - \frac{n}{100}\right) g\sigma(taw - tew)$$

$$\text{или } w\left[\frac{1}{da - de}(\lambda + de\delta)(tel - tal) + (60\Delta - tkw) - \delta(tkw - tal\right].$$

В составленном нами уравнении мы имеем три неизвестных величины w, da и tal, из которых две последних связаны эмпирической зависимостью. Таким образом, при помощи таблиц, связывающих da и tal (табл. паросодержания воздуха различных температур) мы приводим данное уравнение к двум неизвестным w и tal. Для точного решения его нам нужно составить еще одно уравнение, в которое входило бы w или tal. Таким уравнением может послужить выражение количества тепла, отдаваемого поверхностью зерна воздуху при охлаждении его от температуры кондиционирования до температуры выхода, а именно:

$$g\sigma(tkw - taw) = KF(tcp\ w - tcp\ al).$$

Но воспользоваться этим уравнением с уверенностью мы не можем, ибо в литературе совершенно отсутствуют данные для коэффициента теплопередачи „К“ от зерна воздуху.

Вследствие этого нам придется воспользоваться допущением в отношении температуры выходящего воздуха, что определит собою и величину da. При таком допущении мы будем иметь, что количество кило удаляемой за час влаги

$$W = \frac{C\ об\left(1 - \frac{n}{100}\right) - g\delta(taw - tew)}{\frac{1}{da - de}(\lambda + de\delta)(tal - tel) - (60\Delta - tkw) - \delta(tkw - tal)}$$

Задаемся условиями:

„С общ“ по данным Бюллера для кондиционеров УСА—4, исходя из теплопроизводительности соответствующих данному номеру водогрейных котлов Штребеля, равно 156.000 ET/час.

n — количество тепла, отдаваемое всей арматурой установки в окружающую среду, берем равным 10%.

g = 4100 кило (час) 6.000 пуд. в сутки.

σ — теплоемкость зерна при $15^1/_2$% влаги; $\sigma = (1{,}00 - 0{,}155)\,0{,}37 + 0{,}155 = 0{,}47$

taw — по заданиям процесса = 20° C.

tew — берем минимальную для зимы, т. е. не ниже 0° С.

tel — берем среднюю для 3-х зимних (рабочих) месяцев.

Средняя tel — ок. 1,5° С.

de — содержание паров во входящем воздухе при относительной влажности 100% = 0,00348 = клгр.

tal — принимая нагревание воздуха на 20—25°, берем равным 20° С.

da — содержание паров в выходящем воздухе при расчетной степени насыщения в 75% = 0,75,0,01480—0,01110 клгр.

tkw — температура зерна во второй зоне (нагревательно аспирирующей), согласно заданиям процесса—55° С

λ = теплоемкость воздуха—0,238; теплоемкость пара—0,475.

Подставляем величины

$$W = \frac{156000\left(1-\frac{10}{100}\right) - 4100 \times 0{,}47\ (20-0)}{\left(\frac{1}{0{,}01110-0,\ 00{,}348}\right)(0{,}238 + 0{,}00348 \times 0{,}475)(20{,}0 + 0{,}5)(640-55) - 0{,}475),\ (55-20)}$$

$$= 82{,}0 \text{ кило воды в час}$$

В отношении производительности это составляет

$$P = \frac{82 \times 100}{4110} \cong 2{,}00\% \text{ влаги}$$

При нормальной заводской производительности (по каталогу № 11). 500 кило 1 час и при тех же условиях

$$W = \frac{1245}{140400 - 5000 \times 0{,}47 \times 20} = 75 \text{ кило воды в час.}$$

$$P = \frac{75\ .\ 100}{5000} = 1{,}5\% \text{ влаги}$$

Таким образом, в средне-зимних условиях при указанной производительности и существующем оборудовании мы можем удалить до 2% влаги. Атмосферные условия весны и осени, остальных двух рабочих третей года, более благоприятны в отношении количества удаляемой влаги.

Весенняя средняя—9,3°.

Осенняя средняя—11,1°.

В виду того, что эти температуры весьма мало разнятся между собой, примем для удаляемого весной и осенью количества влаги среднюю t°, равную 10° С.

Тогда в предыдущем уравнении изменится

tew—температура входящего зерна, которую приравняем к наружной температуре, равной ÷ 10

tal—которая будет равна ÷ 30° (подъем на 20°)

de—содержание паров во входящем воздухе = 0,00771 клгр.

da—содержание паров в выходящем воздухе = 0,01515 клгр.

При этих условиях

$$W = \frac{1404000 - 4100 \cdot 0{,}47\ (20-10)}{\frac{1}{0{,}01515-0{,}00771}(0{,}238 \div 0{,}00771 . 0{,}475)(30-10)640-55-0{,}475(55-30)} =$$

$$= 99 \text{ кило час.}$$

$$p = \frac{99 \times 100}{4100} = 2{,}42\% \text{ удаления влаги.}$$

Проверим сделанное нами допущение по температуре выходящего воздуха. Проверку эту можно сделать по производительности устанавливаемого вентилятора из количества просасываемого им воздуха. Между этим количеством и температурой воздуха существует обратная зависимость: чем больше воздуха мы будем просасывать через зерно, тем ниже, при всех прочих одинаковых условиях, будет его температура. Таким образом, из этой зависимости ясно, что если наше допущение о температуре выходящего воздуха сделано верно, то количество воздуха, определяемое этим допущением,

$$l = \frac{w}{da - de}$$

должно быть не больше (а меньше) возможной производительности эксгаустера, подобранного заводом к данному кондиционеру.

Для кондиционера УСА—4 Бюллер дает эксгаустер со всасывающим отверстием в 520 м/м., внешним d крыла 800 м/м,, при числе оборотов 900. Эксгаустер „Миаг" с такой конструкцией ротора при тех же размерах, при 960 оборотах, преодолевая сопротивление в 75 м/м. водяного столба, дает 256 м³/мин. По аналогии, при том же, примерно, напоре наш эксгаустер сможет дать максимум

$$Q_1 \frac{n_2}{n_1} = Q_2 = 256 \frac{900}{960} = 240 \text{ мтр.}^3\text{/мин.}$$

Количество же воздуха, потребное при нашем допущении, будет зависеть от

da—равного по предыдущему 0,01110 клгр. при допущенной температуре $\div 20°$ C

de—при—1,5° = 0,00348 и

w—по проведенному расчету равного 82 кило в час. Отсюда количество нужного воздуха при этих средне-зимних условиях будет равно

$$l = \frac{W}{da - de} = \frac{82}{0{,}01110 - 0{,}00348} = 10900 \text{ кило/час}$$

Вес 1 кб. метра воздуха при $\div 20°$ C равен 1,18 кило, откуда

$$l = \frac{10900}{60 \times 1{,}18} = 155 \text{ мтр}^3\text{/мин.}$$

Весною и осенью эта кубатура в среднем будет равна

$$l=\frac{W}{60\,\Delta(da-de)}=\frac{99}{60\times 1{,}2\,(0{,}01515-0{,}00771)}=200 \text{ мтр}^3/\text{мин};$$

а при летних температурах выше этого.

Эти цифры вполне согласуются с производительностью эксгаустера, что указывает на практическую достоверность сделанных выше допущений и произведенных расчетов.

Расчет производительности кондиционеров Бюллера УСА—4.

Если отдельные члены выведенного нами выражения w обозначить через:

$$A=C \text{ общ.}\left(1-\frac{n}{100}\right);\ B=\delta\,(taw-tew)$$

$$C=\frac{1}{da-de}(\lambda+de\delta)\,(tal-tel)+(60\,\Delta-tkw)-\delta\,(tkw-tal),$$

то можем представить его в виде ясно выражающем зависимость между количеством влаги (W) и производительностью (G)

$$W=\frac{A-BG}{C}$$

или, заменяя количество влаги в кило процентным его выражением (P), имеем

$$\frac{PG}{100}=\frac{A-BG}{C},$$

откуда производительность кондиционера при заданном проценте удаления влаги (P) будет равна

$$G=\frac{A}{\frac{PC}{100}+B} \text{ клгр/час}$$

Члены A, B и C в данном уравнении выражают собой температурные технологические и атмосферные условия.

Определим производительность кондиционеров, исходя из 3-хпроцентного удаления влаги и средне-зимних условий, заранее соглашаясь на то, что при больших морозах нам придется уменьшить либо процент подсушивания, либо найденную производительность.

При этих условиях мы будем иметь

$$A=156000\left(1-\frac{10}{100}\right)=140400$$

$$B=0{,}47\,(20-0)\quad=9{,}4$$

$$C=\frac{1}{0{,}01110-0{,}00348}(0{,}238+0{,}00348\times 0{,}475)\times$$
$$\times(20+1{,}5+640-55-0{,}475)\,(55-20)=1245$$

$$G=\frac{140400}{\frac{3{,}0\times 1245}{100}}=9{,}4=3000 \text{ кл./час.}$$

Переработка кукурузы на 51-й Госмельнице Союзхлеба в Одессе.

Техник-крупчатник Д. Б. Штерн.

51-я Госмельница была временно приспособлена для переработки кукурузы, для чего схема[1]) мельницы потребовала небольших изменений.

Технологический процесс сухой переработки кукурузы на высокий помол отличается от мокрого способа переработки в части подготовки кукурузы к размолу. Как известно, подготовка к помолу в последнем случае заключается в пропаривании, дроблении на зародышеотделителе, сушке и сортировке для отсева зародыша.

При сухой переработке кукурузы схема драного процесса и очистки круп должна быть так построена, чтобы на первых 2—3-х драных системах возможно было бы из раздробленной кукурузы извлечь максимум зародыша, содержащего жировые вещества.

Для того, чтобы можно было мельницу, по желанию, в течение нескольких часов перевести на прежний сортовой помол пшеницы, были изготовлены запасные мучные рамки для помола кукурузы, с ситами №№ 60—70 для рассевов, „Шнайдер-Жаке", каковые на нашей мельнице преобладают, а на рассевах других конструкций, где имелись по две дунстовых рамы № 5—проходы с них выведены в муку, на тех же размольных системах, где не было дунстовых рам; нижние две рамы мучных сит заменены фосфористо-бронзовыми ситами № 70, каковые перекрываются по схеме рассева сборными рамами.

При надобности для сортового пшеничного помола, проходы этих сит могут быть переведены, как дунста, на следующие размольные системы.

Все приемные и крупочные проволочные сита, как на драных, так и на размольных, за малым исключением, остались прежние.

Схема очистки кукурузы.

1-й сепаратор в силосе с цинковыми продырявленными ситами, диаметра 12 м/м. верхнего и 3 м/м. нижнего.

---

[1]) Смотрите схему драного процеса 51-й Госмельницы в „Вестнике Научно-Техн. Кружка" № 1 Одесского Мукомольного Политехникума 1928 г.

2-й сепаратор такой же в шеретовочном отделении, магнитный аппарат, наждачные обойки с уменьшенными оборотами до 250 и отодвинутыми от кожуха бичами на 30 м/м. и зерноочистительная машина „Меркурий“.

Так как наждаки все же сильно ломают кукурузу, то они были остановлены и очистка проводилась только на сепараторах.

Схема драного процесса состоит из 4-х пассажей, при чем 1-е дранье работает как дробилка без отсева, по местным условиям.

1-е дранье-дробилка: $^1/_2$ станка 1500 × 250 м/м.

2 рифли на 1 с/м., дифференц. скорость 1,3 : 1 взяты для кукурузы.

2-ое дранье: 4-х вальный станок 1500 × 250 м/м.

5 рифлей на 1 с/м., дифференц. скорость осталась без изменения на всех остальных драных и размольных системах.

Один рассев „Шнайдер-Жаке“.

12 — 14 — 12 — 14 — 30 — 30 — 4 — 4 — 4 — 4.

Сход с №№ 12 — 14 — 12 — 14 на вейки №№ 1, 2, 9, 10 для отделения зародыша.

Сход с №№ 30 на вейки № 5 — 6 — крупная крупа.

„ с №№ 4 на 2-й крупосортиров. рассев — средняя крупа.

Проход №№ 4 — мука.

3-е дранье: $^1/_2$ станка 150 × 250 м/м. — 5,6 рифлей на 1 см., один рассев „Шнайдер-Жаке“.

14 — 14 — 14 — 14 — 30 — 30 — 4 — 4 — 4 — 4.

Сход с №№ 14 на вейки № 11 — 12 для отделения зародыша.

„ с № 30 на вейки № 7 — 8 — крупная крупа.

„ с № 4 на 2-й крупосортиров. рассев — средняя крупа.

Проход № 4 — мука.

4 дранье: $^1/_2$ станка 1500 × 250 м/м., 7,2 рифлей на 1 см. и $^3/_4$ рассева „Шн.-Жаке“.

18 — 32 — 18 — 32 — 44 — 44 — 4 — 4 — 4 — 4.

Сход с № 18 — в отруби.

„ с № 32 и № 44 — на вейку № 14.

„ с № 4 — на 2-й крупосорт. рассев.

Проход № 4 — мука.

Этим пассажем заканчивается драной—подготовительный процесс кукурузы. Как я уже указал, на означенных рассевах сохранились сита первых 6-ти рам, применявшиеся на пшенице, и только заменены сита последних 4-х рам, для чего подготовлены были запасные рамки с ситами № 4.

Передиры и крупосортировочные системы.

1-й передир—$^1/_2$ ст. 1000 × 250 м/м., 8 рифлей на 1 см.
$^1/_4$ рассева „Шн.-Жаке“.

26 — 26 — 26 — 26 — 40 — 40 — 70 — 70 — 70 — 70.

Сход с № 26 — поступает на 2 передир.
„ с № 40 — на 15 вейку.
„ с № 70 — на 2 сортир. рассев
Проход № 70 — в муку.

2-й передир — $^1/_2$ ст. 1000 × 250 м/м., 8,8 рифлей на 1 см. и $^1/_2$ рассева „Шн.-Жаке".

22 — 34 — 22 — 34 — 44 — 44 — 70 - 70 — 70 — 70.
Сход № 22 — в отруби.
„ №№ 34, 44 — на 1 размольную систему.
Проход № 70 — мука.

2-й крупо-сортиров. рассев — $^1/_2$ рас. „Шн. - Жаке"; поступает средняя и мелкая крупа.

2, 3, 4 дранья и 1-го передира.
36 — 50 — 36 — 50 — 70 — 70 — 70 — 70 — 64 — 64.
Схода №№ 36, 50 — поступают на 13 вейку.
„ № 64 — поступают на 8 размольный.
Проход № 70 и № 64 — мука.

3-й сортировочный рассев — $^1/_2$ рас. „Шн.-Жаке" — поступают веечные относы и схода—зародыш с веек №№ 1, 2, 9, 10, 11, 12.

Сита: 18 — 42 — 18 — 42 — 70 — 70 — 70 — 70 — 70 — 70.
Сход №№ 18 — зародыш и оболочки.
„ № 42 — на вейку № 16.
„ № 70 — на 17 размольную систему.
Проход № 70 — мука.

Схема веек.

Вейки № 1, 2, 9, 10—„Шн.-Жаке" с цинковыми продырявленными, круглыми отверстиями диам. в м/м. — 3 — 3 — $3^1/_4$ — $3^1/_4$ — $3^1/_2$.

Питаются верхним сходом 2 дранья.

Проход с веек поступает на 3-е дранье.

Сход — зародыш и оболочки, а также относы веек поступают на 3-й сортировочный рассев.

Вейки № 11 — 12 — „Шн. - Жаке" с цинковыми продырявленными ситами диаметра в м/м.

2 — 2 — 2 — $2^1/_2$ — $2^1/_2$.

Питается верхним сходом 3 дранья.

Проход с веек поступает на 4 дранье.

Сход с веек — зародыш и оболочки поступают на 3-й сортировочный рассев.

Вейки №№ 3, 4 — „Шн.-Жаке" — контрольные, для отбора манной или поленты, сита шелковые.

№№ 26 — 24 — 22 — 20 — 18.

Питается проходом с веек №№ 5, 6.

Проход №№ 26 — 18 — манная.

Сход с веек на 1-й передир.

Вейки № 5, 6 — питаются крупной крупой — 2 дранья.

24 — 22 — 20 — 18 — 16.
Схода поступают на 1-й передир.
Проход — крупа на контрольн. вейки №№ 3, 4.
Вейки №№ 7, 8 — питаются крупной крупой 3 дранья.
24 — 22 — 20 — 18 — 16.
Сход поступает на 1-й передир.
Проход — крупа на 1-ю размольную систему.
Вейка № 14 питается крупой 4-го дранья.
32 — 30 — 28 — 26 — 22.
Сход и относы поступают в отруби.
Проход — крупа на 1-ую размольную систему.
Вейка № 15 питается крупой 1-го передира.
38 — 36 — 34 — 32 — 28.
Проход—крупа на 1-ю размольную систему.
Сход на 3-й сортировочный рассев.
Относы всех веек на 3-й сортиров. рассев.
Вейка № 16 — питается крупой 3-го сортировочн. рассева.
34 — 30 — 28 — 26 — 24.
Проход — крупа на 1-ю размольную систему.
Сход и относы — в отруби.

В дальнейшем для размола крупы использованы вальцовые станки 5, 6 дранья и „Фермер", при чем катки повернуты спинками; нарезка их — 9 рифлей и 10 на 1 см.

Схода с этих систем последовательно проходят все размольные гладкие системы до окончательного вымола на 2-м Фермере.

Мельница перемалывала 82 тонны кукурузы в 24 рабочих часа в односортную тонкую муку с отбором манной или поленты. (Различие в крупноте).

Перерабатывались все сорта кукурузы, но преобладала белая кремнистая с содержанием влаги от 13% до 20%.

На нашей мельнице все драные вальцовые станки в 1,5 мт. и некоторые системы работают на кукурузе с недогрузкой. Из имеющихся 20 метров драной щели используется для драного процесса кукурузы, вместе с передиром и дробилкой, всего 9,5 мт.

Из 22 метров размольной щели использовано 17 мт. и 3 метра нарезных для 1-х размольных систем, всего 20 мт.

На один метр драной щели приходится 8,6 тонны, на один метр общей длины вальцев 2,8 тонны.

Считаю нецелесообразным перемол кукурузы на гладких вальцах, производительность их понижается на половину.

Проволочные сита засеваются больше шелковых.

Хорошее просевание дают центрофугалы.

Для определения, какие промежуточные продукты в процессе размола дают больший процент жира, были проделаны в нашей лаборатории анализы крупы, сходов с веек и муки всех систем.

Некоторые данные анализов:

Схода с веек 1, 2, 9, 10 получаются с содержанием жира 13—16%.
Схода с веек 11, 12 — 10 — 12%.
Верхний сход др. — отруби — 9, 10%.

Данные анализа контрольного помола.

Продукт	Выхода в %	Жир в %	Зольность в %
Кукуруза на яму . . .	—	4,42	1,60
Кукуруза на вальцы .	—	4.29	1,58
Манная	15	1,69	0,69
Мука	62	2,28	0,93
Отруби	12	8,0	5,55
Зародыш	10	19,0	—

Для выделения оболочек из зародыша, с целью увеличения масленичности его, установлены над выбойными камерами сепараторы системы „Робинзон".

Опытный помол на мельнице Одесского Мукомольного И-та.

В. Сердюков.

Мельница Одесского Института Технологии Зерна и Муки закончена оборудованием весной 1929 г. Смонтирована она, в большинстве, из старых машин, полученных от разборки консервированных маломощных мельниц. Исключением являются 1 новый станок „Мельстрой", 800 × 250, рассев „Мельстрой" модели 1925 года, всасывающий фильтр на 24 рукава, эксгаустор и самозамочка, предоставленные „Мельстроем" Институту для производства опытов.

В виду того, что электрические моторы, которыми оборудована мельница, маломощны (1 мотор 20 HP и 2-й — 50 HP), не представляется возможным в данное время включить в работу все имеющиеся (и установленные) вальцевые станки.

Схема мельницы имеет 7 др. систем и 3 размольных, при чем не для всех размольных подобраны наивыгоднейшие размеры вальцев (1-й размольный, напр., имеет валы d = 300 мм.). Все это безусловно отражается на режиме помола, на количестве муки, получаемой с каждой системы, нагрузке и т. д.

Отношение длины драной щели к размольной, равное $\frac{2000}{5100} = 0{,}392$, безусловно ненормально.

Во время зимней практики ст. III курса на этой мельнице был проведен ряд опытных помолов. Освещение результатов одного из них и является целью настоящей статьи.

Сырье.

При проведении опытных помолов все зерно было разбито на небольшие партии по 250—300 пудов каждая. При таком сравнительно незначительном количестве зерна в каждой ходке можно было производить полные зачистки по каждой из них, можно было, меняя режим помола, по выходам каждой партии судить о достоинствах и недостатках того или иного способа ведения помола и схемы в целом.

Нами разработан помол 7-й партии зерна[1]). Технический анализ зерна, поступившего в переработку по этой партии, показал следующее:

---

[1]) Помол произведен 1-го марта 1930 г.

Зерно на завальную яму:

Натура . . . . . 183.5 гр. (126 золотн.)
Вес 1000 зерен . . 36,0 „

Засоренность:

а) типичное зерно (пшеница) . .	64,88%
б) ржи	10,08 „
в) ячменя	21,80 „
г) куколя	0,88 „
г) щуплых зерен	—
д) битых зерен	1,36 „
ж) сорных примесей (мертвый сор)	1,00 „
	100,00%

Влажность зерна определить не удалось из-за отсутствия в то время в лаборатории уч. мельницы соответствующих приборов.

Очистка зерна.

Схема очистки зерна, приведенная ниже (рис. 1), достаточно проста и в пояснениях не нуждается. Некоторое недоумение может

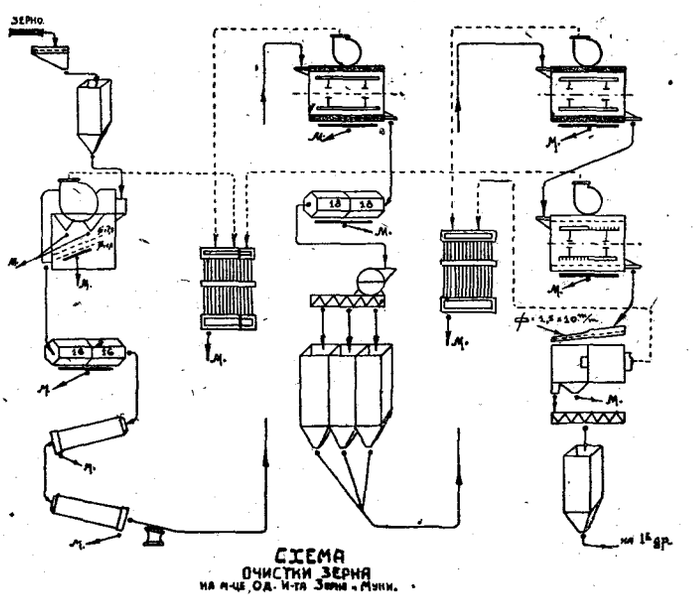


Рис. 1

вызвать только бурат, поставленный после черного сепаратора. Он включен в схему для того, чтобы рассортировать зерно перед куколеотборниками на две фракции, для раздельной очистки (имеется вторая секция куколеотборников, не показанная на схеме). В настоящее время, так как мельница работает неполной нагрузкой, этот бурат обтянут

ситами № 16 и служит для отбирания сечки и пыли, случайно прошедших сепаратор.

Перед поступлением на 1-ю драную систему зерно было вновь проанализировано. Результаты сведены в следующую таблицу:

Натура . . . . . 196,0 гр. (141,5 зол.)
Вес 1000 зерен . . . 38,5 „

Засоренность:

а) типичное зерно	72,00%
б) рожь	7,40%
в) ячмень	18,60 „
г) куколь	—
д) щуплое зерно	—
е) битое зерно	1,80 „
ж) мертвый сор	0,20 „
	100,00%

Из сравнения этих двух анализов зерна можно усмотреть, что шеретовочное отделение мельницы сравнительно хорошо справляется со своей задачей.

Размол зерна.

Как уже было указано выше, в схему размола (рис. 2) не могли быть включены все имеющиеся вальцевые станки.

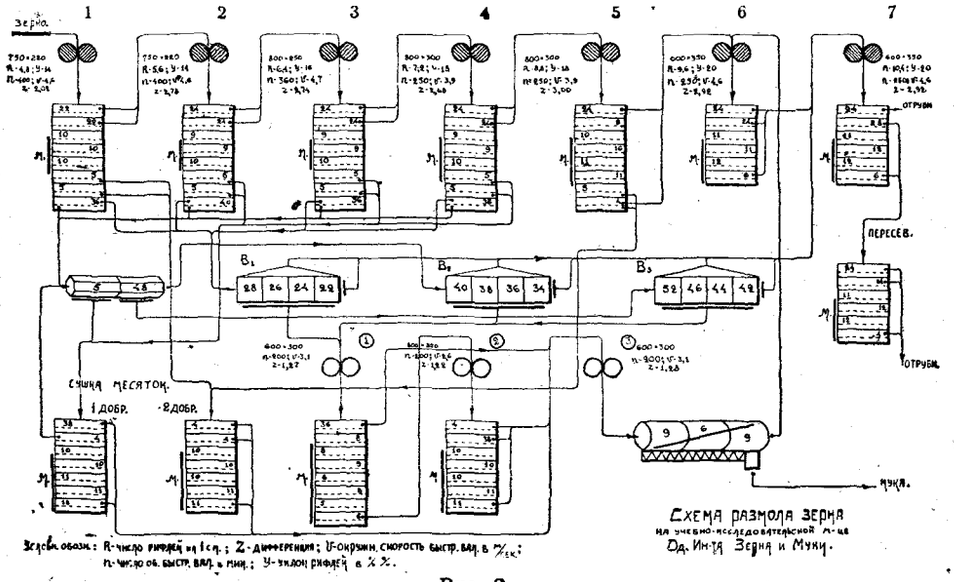


Рис. 2

Благодаря этому обстоятельству схема помола приобретает несколько оригинальный вид.

При 7 драных системах, достаточно развернутой сортировке

крупы и сущке месяток—размольных систем всего три. Это безусловно положение ненормальное, и если оно не отражается сколько-нибудь значительно на качестве получаемой муки, то это можно отнести, во-первых, за счет неполной нагрузки мельницы (а следовательно и невысокой удельной нагрузки на станки), и во-вторых, за счет того, что помол производился на 85%-ную муку.

Таблица № 1.

Данные по дранью и размолу.

Система	Длина катков в м/м.	Диаметр катков в м/м.	Число оборотов в 1 мин.	Скорость быстро вращ. катка в m/sec.	Дифференция	Число риф-лей на 1 см.	Уклон риф-лей в %	Молоная щель в м/м.
I др.	750	220	400	4,6	2,02	4,8	14	1,729
II „	750	220	400	4,6	2,78	5,6	14	1,158
III „	800	250	360	4,7	2,74	6,4	16	0,750
IV „	800	300	250	3,9	2,68	7,2	18	0,420
V „	800	300	250	3,9	3,00	8,8	18	0,280
VI „	600	350	250	4,6	2,92	9,6	20	0,215
VII „	600	350	250	4,6	2,92	10,4	20	0,193
Итого . . .	5100	—	—	—	—	—	—	—
1 разм.	600	300	200	3,1	1,27	—	—	0,325
2 „	800	250	200	2,6	1,22	—	—	0,291
3 „	600	300	200	3,1	1,28	—	—	0,253
Итого . . .	2000	—	—	—	—	—	—	—
Всего др. + разм.	7100	—	—	—	—	—	—	—

Рабочая щель.

Величина рабочей щели между катками определена по способу, предложенному покойным проф. К. А. Богомазом [1]), помощью пропускания между катками дробинок и последующего затем измерения микрометром полученных свинцовых „лепешек“.

Дробь для измерения щели взята диаметром 5 м/м. (№ 0). Для

[1]) На что, между прочим, не указал в своей работе инж. И. Н. Левинсон. („Анализ балансов помола“).

каждой системы произведено по двенадцать измерений (по 4 дробинки в середине и по четыре по концам катков), а затем взяты средние размеры, по которым и составлена диаграмма щели.

Как видно из диаграммы, кривая щели по своему характеру приближается к кривой щели дранья высокого крупчатного помола.

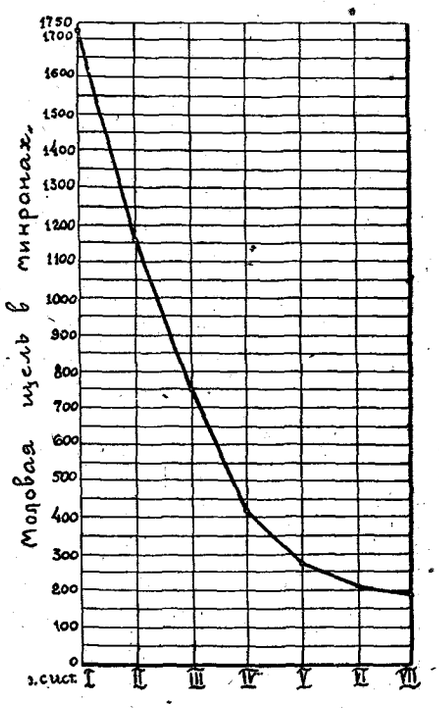


Диаграмма №1.

Объемные веса продуктов размола.

В виду того, что этот показатель продуктов размола является весьма существенным в вопросах расчета закромов, ковшей, элеваторов и т. д., нами проведены соответствующие измерения в этом направлении.

Определение объемных весов продуктов произведено на $^1/_4$-литровой пурке, а затем сделан пересчет на клгр/м^3. Полученные данные собраны в таблице № 2.

Таблица № 2.

Объемные веса продуктов дранья и размола.

Объемные веса продуктов, выходящих из-под станка		Объемные веса продуктов, выходящих из-под станка	
Система	Объемный вес клгр/м^3	Система	Объемный вес клгр/м^3
I драной	528	Зерно	734
II „	480	Крупная крупа	562
III „	452	Средняя крупа	538
IV „	408	Мелкая крупа	514
V „	386	Мука	448
VI „	352	Отруби	254
VII „	368		
Размолы	402—476		

Необходимо отметить, что как продукты размола, так и продукты дранья взяты нами не поступающие на станок, а выходящие из-под него.

На наш взгляд расчеты элеваторов нужно производить пользуясь объемными весами именно этих продуктов, т. к. ими и загружаются элеваторы.

Объемные веса продуктов, поступающих на станок, мало характерны, так как в громадном большинстве случаев они идут самотеком.

Баланс помола.

Нами был снят также баланс помола (той же 7-й партии зерна). Так как схема помола и его баланс являются факторами, весьма тесно друг с другом связанными, то естественно, что существующие ненормальности схемы нашли отражение в балансе помола. Возьмем, напр., баланс дранья (табл. № 3). В нем бросается в глаза ненормально высокий % выхода муки. Это станет понятным, если вспомним указанное выше несоответствие между длинами др. и размольной вальцевой линии.

Таблица № 3.

Баланс дранья в %.

Система	Верхн. сход	Нижн. сход	Крупа		Месятка	Мука	Итого	Примечание
			Крупная	Средн. и мелкая				
I др.	91,44	—	3,13	2,61	1,54	1,28	100,00	(1) К 13,02% сходов с V др. добавляется сход с 3 размол. (2) К 20,91% схода с VI др. добавляются схода и относы веек и схода сушки месяток. (3) Отруби.
II „	77,10	—	8,78	2,42	1,34	1,80	91,44	
III „	44,06	—	16,70	7,25	2,29	6,80	77,10	
IV „	20,51	—	7,00	8,12	2,51	5,92	44,06	
V „	4,67	8,35	—	—	1,23	6,26	20,51(1)	
VI „	6,42	14,49	—	—	—	6,54	27,45(2)	
VII „	3,90	11,94	—	—	—	7,69	23,53	
Пересев	1399 (3)		—	—	—	1,85	15,84	
Всего . .	296,87		35,61	20,40	8,91	38,14	399,93	

Таблица № 4.

Удельная нагрузка на 1 см. длины вальцев в 24 р. ч. (в килограммах)

Система	Поступает в 24 р. ч.	Удельная нагрузка
I дранье	13038,56	173,71
II „	11922,86	158,97
III „	10053,07	125,66
IV „	574,498	71,81
V „	2674,33	33,43
VI „	3579,20	59,65
VII „	3068,08	51,13
1-й размольн. . . .	6601,64	110,03
2-й „ . .	3627,45	45,34
3-й „ . .	2549,12	42,48

На 1 см. общей длины нарезных вальцев в 24 р. ч. $\frac{13038.56}{510} =$ $= 25,57$ клгр. (3,91 пуда на 1″).

На 1 см. общей длины гладких вальцев в 24 р. ч. $\frac{6601,64}{200} =$ $= 33,008$ клгр. (5,05 пуда на 1″ в 24 р. ч.).

Как видим, удельные нагрузки на станки очень незначительны, т. е. вальцевые станки работают мало нагруженными. (Кеттенбах дает следующие цифры: на 1 см. в 24 р. ч. для нарезных вальцев 50 килогр. и 47,6 килограмма для гладких вальцев).

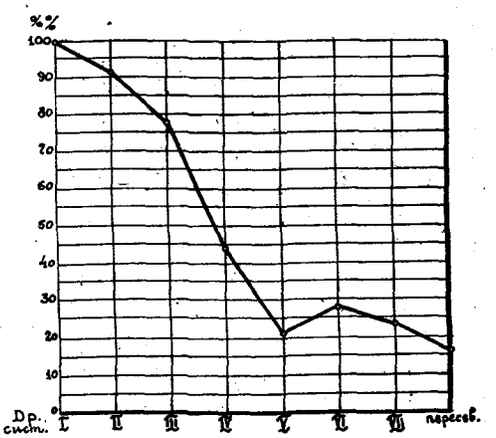


Диаграмма № 2.—Нагрузка на др. системы в %%

На диаграмме № 2 изображена кривая нагрузки на драные системы в %. Скачек вверх, начиная с VI др., эта кривая делает потому, что к драным продуктам присоединяются продукты размола для совместного вымола.

Диаграмма № 3 показывает получение драной муки. Легко видеть, что кривая выхода муки резко отличается от нормальной для крупчатного помола (с достаточным количеством размольных систем) кривой.

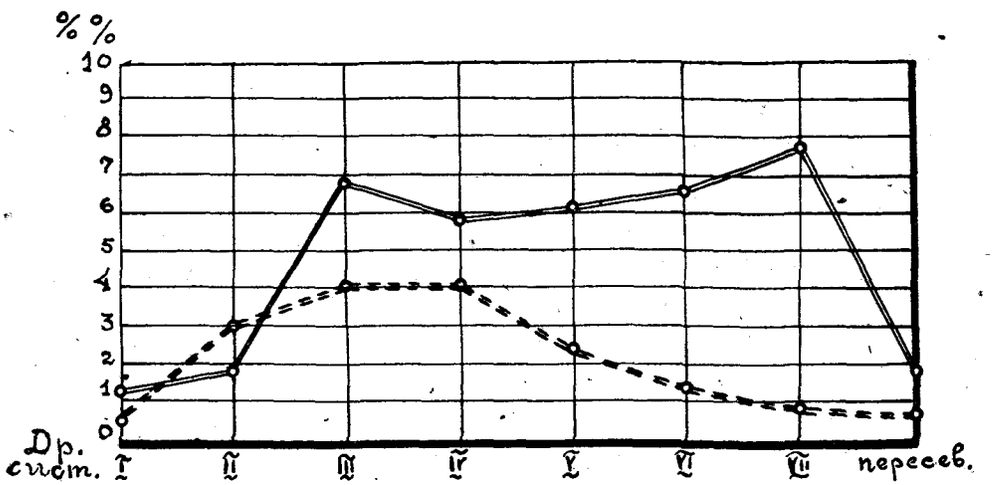


Диаграмма № 3.—Количество драной муки в %%

Для сравнения приведена теоретическая кривая выхода муки по драным системам (пунктиром).

Весь опытный помол велся по методу контрольного помола для того, чтобы можно было, по сравнению результатов баланса помола

с результатами контрольного помола, судить о той или иной степени точности снятия баланса помола. После сопоставления данных, полученных по балансу с данными контрольного помола, оказалось, что максимальные отклонения достигают величины 1% (в ту или иную сторону), а в некоторых случаях отклонения эти значительно ниже. Отсюда следствие, что точность снятия баланса помола вполне удовлетворительная и его можно считать характеризующим наш опытный помол.

О влиянии влажности на результат испытания по Пекару.

Б. Дмитриев.

Качественное определение чистоты помола, введенное в практику Пекаром, повидимому, до сих пор не было предметом какого бы то ни было научного исследования. Принято считать, что различие в цвете образцов муки, обрабатываемых по Пекару, объясняется исключительно количеством отрубянистых частиц. Работа A. W. Alcock and N. J. Ediger, Cereal Chemistry, VI, 5, 1929, устанавливающая наличие осложняющего фактора в этом определении и дающая возможность в некоторых случаях уточнить его результаты, является довольно интересной в практическом и теоретическом отношениях.

Авторы указывают, что мука, хранившаяся в мешках и открытых ящиках в течение зимы, при относительной влажности воздуха в 35%, делалась все белее при испытании по Пекару, при чем параллельно с этим шло уменьшение % влажности. Мука же в закрытых ящиках оставалась относительно желтой. Отмечено было также, что образцы с низким содержанием влаги давали более темный хлеб, чем можно было ожидать на основании пробы по Пекару.

Для воспроизведения и объяснения этих явлений был проделан ряд опытов. Образец муки (золы 0,40%, протеина 11,0%) был разделен на две порции, из коих одна была помещена в сухой воздух, в эксиккатор, а другая — в насыщенное парами пространство. После того, как образцы приобрели влажность соответственно 10,9% и 15,1%, было произведено испытание по Пекару, при чем было найдено, что более сухая мука казалась белее. По мере увеличения разницы в количестве влаги, различие в цвете по Пекару становилось значительнее. При доведении влажности в более сухой муке до начальной величины, посредством выставления на воздух при комнатной t°, она (мука) приобретала при пробе по Пекару цвет исходного образца. Подобные опыты были проделаны с целым рядом образцов, при чем были получены такие же результаты. Нужно считать, что в пробе Пекара (с применением подсушивания образцов после погружения. *Б. Д.*) мы, собственно, имеем дело не с цветом муки, но с цветом полупрозрачной пленки сухого теста на фоне находящейся внизу муки. Авторы далее заметили, что эта пленка теста имеет различную консистенцию на образцах одной и той же муки с разной влажностью — тесто над

более влажной мукой осталось мягким в то время, как пленка теста над менее влажной мукой была сухой и ломкой. Было сделано предположение, что различие в цвете образцов и разной влажностью как раз и объясняется разной структурой теста на них, что, следовательно, это различие должно исчезнуть, если образцы погрузить в воду на долгое время, чтобы дать возможность сухой муке вбирать воду. Оказалось, что разница в цвете становилась меньше по мере возрастания времени погружения. Но когда образцы, содержавшие первоначально 14,0 и 7% были сравнены после $3^1/_2$-часового погружения, то разница все же была заметна.

При определении влажности теста непосредственно после кратковременного погружения было найдено, что тесто, снятое с муки низкой влажности, содержало столько же воды, как и тесто с более влажной муки (см. таблицу). Отсюда нужно сделать вывод, что различие в цвете не может быть объяснено разницей в количестве обсорбированной воды и в результате сего изменением структуры теста. Правильное объяснение различия в цвете по Пекару при разной влажности одной и той же муки было найдено в толщине пленки теста, образующейся при погружении.

Авторы проделали ряд опытов с образцами муки сильно отличающимися друг от друга, при чем каждый образец был разделен на две части с более высокой и более низкой влажностью. Обе части каждого образца были сравнены по Пекару и после сушки в печи с них были сняты измеренные участки корки; приставшая к ним мука была счищена, после чего был определен вес сухой корки. Результаты даны в следующей таблице.

Мука	Золы %	Протеина %	Воды %	Влажн. теста после погруж.	Вес сухой корки на 1кв. дюйм
Patent—из яровой . .	0,40	11	15,2	61,4	0,59
			6,2	62,1	0,38
Clear —из яровой . .	1,25	14,2	14,9	61	0,74
			5,9	62,3	0,47
Мука с 5-го дранья .	1,38	19,6	14,7	60,6	1,00
			6,1	62,0	0,57
Озимая из Онтарио .	0,605	9,5	15,6	55,0	0,55
			6,2	55,2	0,35
Тихоокеанская кондитерская	0,42	7,1	15,2	50,7	0,44
			6,5	51,8	0,30

Данные таблицы показывают, что тесто на муке с более высокой влажностью содержит больше сухого материала, чем тесто на менее влажной. Вследствие этого оно высыхает медленнее, чем это имеет место с менее влажным образцом. При пробе по Пекару в первом

случае слой теста имеет не только больше сухого материала на единицу поверхности, но также и больший $^0/_0$ воды. Он поэтому толще и более непрозрачен, чем другой слой, находящийся на муке с низкой влажностью.

Зависимость между кажущимся цветом муки по Пекару и толщиной слоя теста была подтверждена несколькими опытами, в которых толщина слоя сухого теста уменьшалась посредством соскабливания или же увеличивалась посредством наложения различного числа пластинок сухого теста.

Имея в виду эту зависимость, авторы указывают, что хороший цвет по Пекару муки 1-го сорта, по сравнению с Clear, и муки из мягкой пшеницы, по сравнению с мукой из твердой пшеницы, объясняется толщиной теста, образующегося при погружении (влияние крупноты и поглотительной способности частиц. *Б. Д.*).

Выводы из работы такие:

Цвет муки на основании пробы Пекара до некоторой степени зависит от содержания влаги. Перед испытанием образцов по методу Пекара необходимо довести их до одинакового содержания влаги посредством выставления на воздух с постоянной относительной влажностью, до достижения равновесия. Каково же значение установленных в данной работе фактов для нашей производственной практики? Тут можно отметить следующее. Разница в цвете по Пекару обнаруживается при высушивании смоченных образцов в печи; у нас же сравнение обычно производят непосредственно после погружения или спустя короткое время после него. Если взять два образца одной и той же муки с различным содержанием влаги, то разницы в цвете непосредственно после смачивания незаметно. Это обстоятельство нужно объяснить тем, что мокрая мука, будучи почти непрозрачной, частью отбрасывает, частью поглощает лучи, не пропуская их во внутренние слои,—сухая же пленка теста имеет роговидную консистенцию, является полупрозрачной и, следовательно, тут обнаруживается значение толщины слоя. Отсюда приходится делать вывод, что фактор влажности при нашем обычном приеме пекаризации исключается.

Подсушивая образцы, американские практики имеют в виду усиление контрастирования и, след., повышение чувствительности метода. Той же самой цели у нас иногда стараются достичь погружением образцов в растворы щелочи или кислоты. Погружение в слабые кислоты не дает особаго эффекта; что же касается щелочей, то тут действие весьма характерное. Известно, что при смачивании щелочью, мука желтеет. Как показали наблюдения последних лет[1]), в состав, вероятно, довольно сложного комплекса пигментов пшеничного зерна входит пигмент, обладающий свойствами индикатора.

---

[1]) Vissert Hooft and de Leeuw. Cer. Chem. 1928, № 5. Озолин, Домбровский, 1928 г.

Если пользоваться относительно крепкими растворами щелочи $\left(\frac{N}{10}, N\right)$, то пожелтение муки получается весьма резкое. Это резкое окрашивание образцов нельзя считать желательным, так как различие цветов лучше улавливается при более светлых, деликатных оттенках окраски.

Пользуясь $\frac{1}{100}$N щелочью (0,4 гр. NaOH на литр), получаем заметное пожелтение.

Нужно думать, что при применении щелочи подобной концентрации окрашиваются главным образом частички отрубей, заключающие в себе подобный индикатору пигмент в то время, как применяя более крепкую щелочь, мы извлекаем и растворяем значительную часть пигментов оболочек, при чем они (пигменты) распределяются по всей массе смоченной муки.

Влияние муки на бродильную силу дрожжей.

К. Мооса и Г. Кюля.

(Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel). Май 1929.

Перевод препод. Верховцева

Сообщение берлинского мукомольного Института при испытательном и исследовательском учреждении по переработке зерна.

Давно установлено, что известные, находящиеся в муке, вещества задерживают действие бродильной силы дрожжей. Уже в 1905 году Яго [1]) наблюдал обстоятельство, что добавление пшеничной муки останавливало брожение пивных дрожжей. Также в 1907 году Гофман [2]) обратил внимание на то, что прибавление зернового шрота убивает отмытых из зерна бактерий, и выяснил, что в зерне при обмене веществ, вследствие неблагоприятных условий роста и хранения, образовываются продукты разложения белка, которые отравляют образующие их организмы.

Вследствие поглощения ядов распада нормальное действие энзимов может быть задержано или совершенно приостановлено, что, конечно, в свою очередь должно оказывать влияние на прорастание. В Институте бродильного промысла Линднер и Ланге подтвердили ядовитое влияние пшеницы и риса на бродящие дрожжи, а Геннеберг твердо установил, что в присутствии муки имеет место отмирание дрожжевых ячеек. На основании изысканий Бакера, Гультона и Линде, Лекур [3]) занялся в Пастеровском Институте в Париже обследованием ядовитого влияния пшеничной муки на дрожжи и пришел к следующим выводам: яд связан с глутенином, но последний сам по себе не ядовит, так как выщелачиванием подкисленной водой может быть освобожден от яда. Яд хотя не действует на зимазу дрожжей, тем не менее довольно быстро умерщвляет дрожжи. Этот пшеничный яд действует в крайне малых количествах, почему до известной степени может быть сравниваем с токсинами.

Гайдук [4]) причислял ядовитое вещество к белкам, именно к албу-

---

[1]) Wochenschr. Brauerei 1923 № 11—14.
[2]) „ „ 1907 № 18—19
[3]) Annales de la Brasserie 1927, № 5 и след.
[4]) Wochenschrf. Brauerei 1909, 26, 177

мозам. Все исследователи единогласно установили, что ядовитое вещество содержится в ядре зерна; шрот менее ядовит, а добавление отрубей, в силу содержания солей, сильно ослабляет ядовитое действие. По исследованиям Абдергальдена[1]), некоторые аминопроизводные углекислоты, задерживая вначале брожение, в дальнейшем весьма его поддерживают. Нейберг и Санберг[2]) указывают на пуриновые вещества и их производные, как на способствующих брожению.

До сих пор только Гофман дал объяснение образованию ядовитых, задерживающих брожение, веществ. На основании установления, что задерживающая брожение мука получается главным образом из пшениц Tough, Mooc[3]) предполагает, что здесь действуют распады белковых веществ, лежащих ниже аминокислот.

Та как эти вещества, подобно токсинам, сильно ядовиты уже в крайне малых количествах, то их назвали токсаминами.

Исследования, произведенные в Институте Мукомолья, ясно определили, что мука 70% помола обязательно задерживает бродильную силу дрожжей и что таковая усиливается при наличии сильно отрубистых частей. В переносе на брожение теста это должно значить, что бродильная сила дрожжей в тесте зависит от помола муки.

Хлебопекам из практики хорошо известно, что отрубистые драные муки содействуют дозреванию закваски. Измеряя силу дрожжей по Гайдуку, т.-е. забраживая 10 гр. дрожжей в 400-куб. с. 10% раствора сахарозы при 32°, получают в измеряемом количестве образующейся углекислоты ясное выражение силы брожения дрожжей. Эта сила чрезвычайно повышается, если растереть 10 гр. дрожжей с 10 гр. пшеничных оболочек и внести эту смесь в раствор сахарозы (Табл 1).

Таблица 1.—Влияние степени размола.

№№	Без добавки: Развитие углекислоты в к/см через ½ часа	1 ч.	1½ч.	Род муки	Степень размола	С добавкой: Развитие углекислоты в куб./см. через ½ часа	1 ч.	1½ часа
1	19	138	340	Отборная	0—30%	19	69	108
2	90	293	634	Пшеничная мука	0—60%	39	132	266
3	50	220	550	„ „	0—67%	42	140	278
4	30	227	505	„ „	0—70%	36	137	306
5	96	251	512	„ „	10—67%	91	236	403
6	42	276	637	Durum Clear . . .	20—72%	110	415	527
7	35	202	450	Пшеничные отруби оболочек . .	—	69	430	765

[1]) „Ferment forschungen“ 1922,6
[2]) Biochem Zeitschrift, 1925, 162, 43
[3]) Zeitschr. des Getreiderwesen, 1928, 85—90

Причина лежит в минеральных солях, содержащихся в оболочках, именно в фосфорно-кислых, которые способствуют бродильной силе дрожжей, что и было установлено перечисленными авторами.

Определение силы брожения по Гайдуку устанавливалось по количеству углекислоты, развившейся в первый получас, во вторые два и третий получас, для сравнения—как с добавлением, так и без него.

Определение дает точное указание, что мука низкого помола обусловливает значительное сокращение образования углекислоты, уменьшающееся с повышением степени размола, а с отрубями переходящее в содействие.

Такое показательное отношение было у вполне испорченной муки „Durum Clear ", имевшей 17° кислотности.

Несмотря на ясное изменение вещественного состояния этого продукта помола, которому несомненно сопутствовал параллельный распад белкового вещества, нельзя было установить действия токсаминов, должных сильно ограничить способность брожения.

Итак, вещественное изменение продукта помола, вследствие чрезмерной кислотности, не всегда вызывает при распаде белковых веществ образование дрожжевых ядов. Это видно по муке № 1 и 2 таблицы 2; № 3 и 4 хорошо показывают действие токсаминов.

Таблица 2.—Влияние степени кислотности.

№№	Без добавки: Развитие углекисл. в к/см в течение:			Род муки	Кислотность по Калнингу	С добавкой: Развитие углекислоты в куб. см. в течение:		
	1/2 часа	1 ч.	1 1/2 часа			1/2 часа	1 ч.	1 1/2 часа
1	79	335	660	Пшеничная мука 0—60%	8,6°	46	158	275
2	30	227	505	Пшеничная мука 0—30%	13,1°	29	98	220
3	10	101	347	Пшеничная мука 0—30%	15,2°	11	28	55
				Жатва 1926 г.				
4	42	276	637	Пшеничная мука нормальн. .	4,9°	45	170	356
5	42	276	637	Пшеничная мука кислая	11,2°	16	68	144

Мука №№ 4 и 5 взята из одного поста, но мука 5 испорчена вследствие неблагоприятного хранения.

Если бы наряду с задерживающим брожение влиянием имело место умерщвляющее действие некоторых продуктов распада белкового вещества, то не было бы возможности объяснить, почему некоторые усиливающие брожение дрожжей вещества, как, например, бобовая мука,—могут вполне устранить влияние токсаминов.

Это доказано произведенными нами работами. Мы обследовали влияние богатой жирами муки бобов сои и фаринетты на бродильную силу дрожжей и установили сильное повышение деятельности дрожжей, которая вместе с тем оказалась задерживающей действие токсаминов.

В таблице 3 приведены итоги обследования, полученные при прибавлении 1 гр. бобовой муки к взятой для опыта смеси из 10 гр. дрожжей и 10 гр. муки.

Таблица 3.—Влияние бобовой муки на брожение.

Без добавки				Род добавки	С добавкой		
№№	Развитая углекисл. в куб. см. в течение:			В количестве 1 грамма	Развитая углекислота в куб. см. в течение:		
	1/2 часа	1 ч.	1 1/2 часа		1/2 часа	1 ч.	1 1/2 часа
1	42	276	637	Мука бобов сои жирная . .	183	720	1120
2	10	101	347	„ бобов сои, жирная .	289	682	947
3	10	101	347	„ бобов сои, обезжирен.	289	682	950
4	108	326	630	„ фаринетта	56	535	939
5	58	355	793	„ богатая токсаминами..	14	54	104
6	58	355	793	Та же мука+мука бобов. сои	58	190	330

№ 5 показывает сильное действие токсамина, а № 6—значительное ослабление сильного, брожение задерживающего действия, вследствие прибавления муки бобов сои. Слова Маурицио[1]): „вещества бобовой муки, противодействующие дрожжевому яду пшеницы, содержат фосфорную кислоту"—вполне правильно объясняют ее действие. Становится понятным усиливающее брожение действие богатых фосфатами пшеничных оболочек. Возможно, что действие фосфорной кислоты бобовой муки более благоприятно, чем фосфорной кислоты пшеничных отрубей.

Мы не включили в наши наблюдения крайне интересного вопроса: „о влиянии действующих главным образом в прорастающем зерне энзимов". Выступающий при проростании зерна энзим диастаза в присутствии дрожжей действует сильнее, чем самостоятельно. Развитие диастазы, в свою очередь, зависит от хранения зерна, что точно установлено выводами Виндиша и его сотрудников в „Еженедельнике пивоварения" [2]).

Найдено, что мука, полученная из проросшей пшеницы, более, чем мука, полученная из нормальной, благоприятно влияет на бродильную силу дрожжей. Из таблицы 4 видно, что при муке из проросшей пшеницы нормальное брожение задерживающее влияние муки значительно понижается.

[1]) Maurizio.—Narungsmittel aus Getreide.

[2]) Kiszkalt.—Einige Beiträge zur Kenntnis des Castorbohnen mehles. Dissertation des Techn. Hochschule. München. Nürnberg 1912.

Таблица 4.—Влияние диастазы на проросшую муку.

№№	Без добавки: Развитая углекисл. в куб. см. в течение: ½ часа	1 ч.	1½ часа	Род муки	С добавкой: Пророст. около	Развитая углекислота в куб. сант. в течение: ½ часа	1 ч.	1½ часа
1	35	143	471	Мука 0—60% из проросшей пшеницы	15%	87	233	467
2	96	251	512	Пшеничн. мука 10—67%	10%	91	236	403
3	55	285	630	Манитоба 1 „Tough" 0—65%	10%	105	310	515
4	32	206	510	Манитоба „Tough" 0-65%	8%	133	225	460
5	42	176	637	Пшеничная мука: Торговая марка *a*	2%	30	155	192
6	42	276	637	Пшеничная мука: Торговая марка *b*	2%	37	157	289

Согласно наших выводов оказывается, что бродильная деятельность дрожжей задерживается также нормальной пшеничной мукой. Можно доказать, что некоторые продукты распада особенно способствуют задержке брожения.

Таблица 5.—Испытание токсамина.

№№	Без добавки: Развитая углекисл. в куб. см. в течение: ½ часа	1 ч.	1½ часа	Происхождение муки: Мельницы	С добавкой: Развитая углекисл. в куб. см. в течение: ½ часа	1 ч.	1½ часа	Выход теста	Объем печения при 400 гр. теста в куб.см
1	52	315	615	Венгерская	30	121	212	160	1050
2	28	188	505	Тюрингенская	15	56	125	158	1000
3	65	298	530	Чешская	35	88	102	100	1000
4	52	315	615	Саксонская	32	122	227	159	980
5	52	315	615	Из Пфальца	45	160	218	160	990
6	28	188	505	Франкфуртская	26	236	363	158	970
7	37	198	520	Саксонская	35	96	184	160	960
8	25	315	615	Тюрингенская	25	110	155	159	950
9	52	315	615	Ганноверская	40	124	215	156	950
10	37	198	520	Померанская	38	118	250	158	920
11	37	198	520	Ангальтская	62	117	241	158	910
12	37	198	520	Эльбская	59	120	255	158	900
13	28	188	505	Восточно-прусская	22	96	164	158	900
14	28	188	505	Померанская	10	50	100	156	860
15	28	188	505	Шлезвиг-гольштинская	15	81	142	158	820
16	37	198	520	Баденская	52	130	277	158	810

Если приписывать исключительно влиянию токсаминов ненормально сильное задержание брожения пшеничной муки, то приведенные в таблице 5 итоги исследований дали бы своеобразное о том представление. Оказалось, что сильно задерживающая мука не дает собственно понижения хлебопекаренных свойств. При чем подчеркивается, что порча этой муки также не может быть установлена применяемыми до сего времени методами. Следовательно, дело шло о муке, которая с точки зрения продовольственных требований являлась вполне доброкачественной.

Сопоставление показывает, что задерживающее брожение действие муки далеко не всегда соответствует малому выходу теста или неудачному объему печений. При чем опять подтверждается, что дело идет не об испорченной муке.

Наши изыскания не закончены, но дают возможность с помощью испытания на токсамины определить степень порчи муки.

Посему продолжение наших исследований имеет большое хозяйственное значение.

К сожалению, весьма затруднительно получить большое количество образцов муки, признанных химиками—на основании существующих положений о продуктах питания—испорченными.

Несколько слов об одном „практическом руководстве“.

Л. Сикорский.

Кальнинг Г., д-р. „Анализ зерна и зерновых продуктов“. Практическое руководство по анализу зерна, муки и хлеба для мельничных лабораторий, хлебозаводов, элеваторов-зернохранилищ и мукомольно-хлебопекаренных школ.

Переработанный и дополненный перевод с немецкого Н. П. Козьминой, М. С. Резниченко и М. В. Федорова, под редакцией проф. П. А. Козьмина, с 17 фигурами в тексте.

Государственное техническое издательство, Москва — 1929 г. Цена 1 р. 50 коп.

Под таким названием, заманчивым и многообещающим, выпущена в свет книга,—и много доверчивых читателей с особым удовольствием платили деньги, приобретая „практическое руководство“, по которому они намеревались проверить и возможно перестроить методику своей лабораторной работы. Но каждая прочитанная страница убеждала их в жестокой ошибке, и улыбка надежды сменялась морщинами разочарования и сожаления о потерянных деньгах. Содержание книги ни в чем не соответствует ее названию, и факт ее рождения, несмотря на многочисленность родителей, достоин искреннего сожаления, поскольку дефективность новорожденного налицо, при чем дефективность опасная, могущая распространиться среди многих начинающих работников лабораторного дела, лишенных уменья критически относиться к прочитанным книгам.

Глава первая этой книги, трактующая о строении зерна, целиком взята из книги проф. П. А. Козьмина „Мукомольно-крупянное производство“ и по существу ничего не дает. Если необходимо было дать понятие о строении зерна, то нельзя было ограничиваться только строением зерна пшеницы. Книга предназначена также и для работников элеваторов, где обращается множество зерновых культур, и описание строения зерна ячменя, овса, гречихи, гороха и т. д. им безусловно необходимо, как и химический состав их. Все это отсутствует. Далее в той же главе вес оболочек в зерне определяется равным 17,6—30% от всей массы зерна.

Если 17,6% оболочек в зерне еще можно допустить, то 30% — цифра преувеличенная для нормально развитого зерна. Наш стандарт

за прошлые годы для ржаного помола с выходом муки в 65% предусматривает выход отрубей в 29%, но отруби нельзя рассматривать, как чистую оболочку.

В конце книги авторы приводят „таблицу химического состава разных частей зерна", позаимствованную из „Учебника сельско-хозяйственной технологии" проф. В. А. Вараксина, где в среднем общее количество оболочек от веса зерна равно 14,35%. С одной стороны—минимум оболочек 17,6%, а с другой — средняя величина 14,35%. Цифры мало утешительные.

Здесь же надо отметить, что таблица переписана из Вараксина со всеми имеющимися там ошибками. Суммируя химический состав зерна по оболочке, зародышу и ядру, таблица дает такой средний его состав: вода 13,08%, белки 11,88%, крахмал 62,91%, жир 1,77%, клетчатка 9,22%, зола 1,12%. Конечно, ни зерно пшеницы, ни зерно ржи не содержит клетчатки 9,22%.

Проф. Вараксин в своей книге дает такой расчет химического состава оболочек по данным Жирара:

	Перикарпий	Перисперм	Эндоплевр и клеберный слой	Всего
Вода	3,21	0,22	7,12	11,55
Клетчатка	24,41	5,06	29,89	59,36
Азотист. вещест.	2,41	1,25	15,31	18,97
Зола	0,65	0,44	3,38	4,47
Жир	—	—	5,60	5,60
Всего	30,98	7,67	61,30	99,95

Исходя из цифры 59,36% и принимая количество оболочек от веса зерна равным 14,35%, он находит, что количество клетчатки в оболочке по отношению к общему весу зерна составляет 8,52%, а вместе с клетчаткой зародыша и эндосперма — 9,22%.

Приняв в круглых цифрах количество зародыша в %% к весу зерна 1,5, эндоспермы 84%, оболочек 14,5% и рассмотрев данные химического состава зерна, приводимые ниже в таблице, можно видеть, что максимальное количество клетчатки в зерне составляет 2,57%.

Если допустить, что все это количество клетчатки приходится исключительно на оболочку, то в отношении к оболочке оно составит около 18% — цифра преувеличенная, т. к. зародыш и эндосперм имеют также некоторое количество клетчатки.

Химический состав зерна пшеницы

		Колич. анализ.	Вода	Жир	Азотистые вещества	Зола	Углеводы	Клетчатка
Товароведение О-ва Московских преподавателей	Кениг	948	13,4	1,8	12,0	1,8	68,7	2,3
	Озимая пшеница	503	13,4	1,7	11,6	1,9	69,1	2,3
	Яровая „	91	13,4	2,0	13,6	1,9	67,3	1,3
	Твердая „	239	13,4	2,0	12,7	1,8	68,4	1,7
	Мягкая „	146	13.4	1,9	11,4	1,8	69,7	1,8

		Колич. анализ.	Вода	Жир	Азотистые вещества	Зола	Углеводы	Клетчатка
Д-р Смоленский	Русская пшеница.	45	11,92	1,63	17,13	1,99	65,15	2,18
Профессор Вараксин	Озимая „	—	13,35	1,85	12,05	1,78	68,66	2,31
	Яровая „	—	13,35	2,0	13,6	1,94	67,3	1,81
	Мягкая мучн.	—	13,36	1,93	11,39	1,78	69,72	1,83
	Твед. рогов.	—	13,35	2,07	12.68	1,79	68,42	1.69
	Русская	—	13,35	1,54	17,55	1,70	64,24	2.09
	Альмединген	—	12,05	1,70	14,76	1,81	67,90	2,03
	Козьмин	117	11,21	1,92	8,19	1,93	74,17	2,57

Можно определенно сказать, что цифра 59,36%, приведенная професором Вараксиным, для клетчатки в оболочке безусловно далека от истины таблица, приведенная автором в конце книги, не верна.

Химический состав оболочек в действительности должен быть несколько иной. Если допустить количество клетчатки до 15% (по Жирару), воды — 11,55%, азотистых веществ — 18,97%, золы — 4,47%, жиру 5,60%,—мы получим еще 44,41% растворимых углеводов.

Это количество должно быть отнесено на долю гемицеллюллоз в составе которых значительное место занимают пентозаны — ангидриды пентоз с общей формулой $(C_5 H_8 O_4)n$. Одну из пентоз — ксилозу (древесный сахар) можно получить в значительном количестве путем гидролиза из отрубей. По имеющимся данным в оболочках зерна пшеницы количество гемицеллюллоз составляет 56% клеточных стенок вообще.

Далее, содержание золы по таблице равно 1,12%, что также не верно. Минимальная цифра зольности зерна пшеницы 1,70%.

Глава вторая—определение натуры зерна. Приведено неполное описание Берлинской пурки старого образца и пурки Исаева, вышедшей у нас из употребления. Описания метрической пурки нового типа, изготовляемой в Москве, Вятке и т. д. нет, в то время, как она повсюду уже вводится и частично вошла в практику хлебного дела.

Малой рижской пурки в книге также нет, а этот тип пурки и до сих пор имеет еще широкое применение. На фиг. 5 (стр. 8) показана Берлинская пурка. Рисунок не совсем ясен, и работник, не знакомый с конструкцией прибора, вряд ли сможет в нем ориентироваться. Авторы, очевидно, забыли, что главной палатой мер и весов выпущено описание новой метрической пурки, дающее конструкцию прибора в деталях с подробным руководством к пользованию ею.

В заключение, к описательной части Берлинской пурки, указывается, что полученный вес (натурный) в граммах перечисляется на соответствующие единицы (четверти в килограммах и т. д.). Уже минуло несколько лет, как мы отошли от четверти и перешли к тоннам и центнерам, но авторы упорно вспоминают старину, приготовляя винигрет из четвертей и килограммов.

Описание определения удельного веса зерна совершенно не понятно. Четыреххлористый углерод надо выливать в какой-то сосуд

грушевидной формы (рисунка сосуда не приведено), предварительно отмерив определенное количество его пикнометром. Почему пикнометром — неизвестно. Пикнометры применяются для определения удельного веса жидкости, а для отмеривания жидкостей есть мерные колбы, бюретки и проч. Когда влито нужное количество четыреххлористого углерода, сюда же высыпают из маленького стеклянного цилиндра ровно 10 кб. см. зерна. Все это хорошо взбалтывают и затем из бюретки прибавляют сюда же так много углеводорода, чтобы он наполнил стеклянный цилиндр до красной метки". Можно заверить авторов в том, что приливанием углеводорода до красной метки они удельного веса никогда не определят. Считаем поэтому необходимым привести методику определения удельного веса зерна, описанную д-ром П. М. Нейманом.

Прежде всего надо обе жидкости—тяжелую и легкую—довести до температуры 18° Ц. Достигается это тем, что в сосуд с водою, в котором хранятся обе жидкости, подливают или холодную или теплую воду. При частых определениях получается большая экономия во времени, если в помещении, где хранятся приборы и где производятся испытания, всегда поддерживается температура в 18° Ц. Сосуд № 3 наполняют тяжелой жидкостью до метки.

Для большей точности отмера сосуд этот имеет узкое горлышко. Нижний край выпуклой поверхности жидкости должен стоять на метке сосуда. Из сосуда № 3 тяжелая жидкость переливается в рабочий сосуд № 1, при чем надо следить, чтобы она перелилась без остатка. Затем наполняют бюретку № 4 до верхнего нулевого деления легкой жидкостью, и если работа не начинается, тотчас же закрывают ее пробкой. После этого мерку № 2, объем которой равен 10 кб. сант., заполняют зерном, вводя ее в кучу зерна, насыпанную на столе, чем устраняется подбор зерна, даже не преднамеренный. Срезав лишние зерна с мерки, ссыпают полную мерку зерна в сосуд № 1 с тяжелой жидкостью, в которой все зерно будет плавать на поверхности. Вслед затем начинают медленно подливать в сосуд № 1 легкую жидкость из бюретки № 4. Рабочий сосуд все время закрывается стеклянной пробкой и опрокидывается, чтобы жидкости хорошо смешались. Как только будет налито 5 куб. см. легкой жидкости, зерно начинает садиться на дно сосуда. До этого количества легкой жидкости можно работать смело без опасения испортить опыт, но затем надо подливать легкую жидкость очень осторожно: закрыв большим пальцем широкое горлышко бюретки, добавляют жидкость через узкое горлышко понемногу, приподнимая слегка большой палец. Рабочий сосуд после каждой порции добавленной жидкости опрокидывается, чтобы жидкость хорошо смешивалась.

Осажденное зерно собирается в нижней части сосуда, вытянутой и градуированной. Замечают, какое количество зерна осело на дно, и записывают, сколько было при этом вылито легкой жидкости.

Для определения среднего удельного веса зерна дают осадиться

половине взятого зерна, т. е. 5 куб. см., при чем надо следить, чтобы зерна опускались на дно медленно, имея стремление оставаться наверху. Когда будет достигнут осадок в 5 куб. см., надо сосуд покрутить в вертикальном положении вокруг его вертикальной оси; при этом осядут на дно еще несколько зерен.

Когда осядет 5 куб. см. зерна, отмечают сколько кб. см. легкой жидкости было отлито из бюретки и, зная количество обоих жидкостей, определяют средний удельный вес.

Как видим, приливание углеводорода надо производить не до красной метки, а различное количество в зависимости от удельного веса зерна.

Определение сорных примесей в зерне изложено совсем не удовлетворительно. Вряд ли сами авторы смогут сделать анализ на сорность по своему описанию методики. Совершенно не указано, по каким группам распределять сорные примеси и почему их надо распределять так, а не иначе.

В таблице зерен сорняков помещены также спорынья и головня с указанием, что эти виды „представляют собою паразитические уродливые образования" и вонючая головня — пахуча. Больше ничего.

Для обнаруживания куколя авторы предлагают взбалтывать куколь содержащую муку 2 гр. с 20 кб. см. хлороформа. „При этом куколь собирается на поверхности в виде черного слоя". Да будет им известно, что в хлороформенной пробе куколь осаждается на дно вместе с минеральной примесью, и на поверхность всплывают отруби и спорынья.

Тут же, в отделе зерен сорняков неизвестно для чего дается совет, как протравливать зерно от головни и как узнать протравленное зерно.

Микроскопическое исследование муки по формам крахмальных зерен совершенно не нужно, т. к. по форме крахмальных зерен, особенно рожь в пшенице и пшеницу во ржи, а также ячмень, разузнать очень трудно. Да и сами авторы на стр. 15 заявляют:

„ — Особенно трудна возможность различения между крахмальными зернами ржи и пшеницы, потому что различия между ними так малы, что при наличии их в смеси друг с другом в муке или хлебе невозможно качественно установить принадлежность каждого крахмального зерна ржи или пшеницы". Спрашивается, зачем приводить методику способа, каким нельзя установить наличие ржи и пшеницы в смеси?

Введение в микроскопическое исследование хлеба ничего практически не дает. Указывается, что для „обнаружения крахмала служит раствор иода в иодистом калии. Солями железа можно обнаружить таннин; с раствором хлор-цинк-иода можно обнаружить целлюлозу и пробку. Древесину обнаруживают посредством анилин-сульфата или флороглюцина с соляной кислотой. Для обнаружения белковых ве-

ществ, целлюлозы и для различения живых микроорганизмов от мертвых служат анилиновые красящие вещества".

В каких концентрациях берутся реактивы, как они готовятся и как применяются — неизвестно, как неизвестно, для чего надо в хлебе искать дубильные вещества и пробку.

Микроскопический анализ по д-ру Гертеру рекомендуется вести следующим образом: „растереть возможно тоньше незначительное количество хлеба на предметном стекле в капле красящей смеси, приготовленной по д-ру Гертеру". Как приготовить красящую смесь не указано. Зачем, вообще, нужен этот отдел, если, прочитавши его, никто не сможет все равно произвести микроскопическое исследование хлеба?

Далее, неизвестно для чего приводится способ определения картофельного крахмала в хлебе, при чем читателю вновь рекомендуется неизвестная красящая смесь Гертера.

В конце этого отдела идет описание способа определения примесей по строению оболочек зерен. Здесь рекомендуется для ржи и пшеницы исследовать их поперечные клетки. Дается сухое описание признаков поперечных клеток и ни одного рисунка, без которых исследование для начинающего невозможно.

Потом, в конце, разбирается еще такой каверзный вопрос: „если имеется необходимость установить, были ли прибавлены при приготовлении хлеба дрожжи, поступают так...". Как будто у нас хлеб выпекают без дрожжей на пекарских порошках.

„Основные понятия неорганической химии", „Введение в органическую химию", „Строение белковых веществ" — все эти отделы излишни. Для знающего химию это вообще не нужно, а человек, не знающий химии, прочитав указанные отрывки, придет в ужас и ничего не поймет. Во всей книге разбросаны эти крайности: с одной стороны, авторы подробно останавливаются на элементарных понятиях вычисления процентов, имея в виду, очевидно, читателя без особой подготовки, а с другой — дают сложные формулы, могущие привести этого же читателя в отчаяние.

Глава третья — „Введение" — дает общее описание аналитических весов и ничего не говорит, как установить весы, урегулировать их чувствительность, проверить разновес. Эти сведения необходимы и без них начинающий работу на весах работать не сможет, а для знающего „введение" не нужно.

Методика определения влажности неверна по существу. Высушивать вещество рекомендуется в сушильном шкафу при 105° Ц в течение 2—3 часов. На сколько нам известно, при 105° Ц высушивают навеску или в течение 4-х часов, или до постоянного веса. Здесь каждые 10—15 минут играют большую роль, оказывая влияние на результат определения; авторы же допускают 2—3 часа, т. е. промежуток в 1 час ими не принимается во внимание. Это совершенно неправильно и недопустимо.

Для быстрого определения влажности рекомендуется прибор Форнета, каковой не удобен для работы и дает значительные отклонения.

Фиг. 10 изображает собою одновременно прибор Форнета двух конструкций, и поневоле читатель недоумевает, глядя на фиг. 10. Если дается методика Форнета к первому прибору, нам кажется, необходимо было бы дать отдельный рисунок прибора, а не заставлять фиг. 10 играть две роли.

Метод определения влажности Госхлебинспекции в шкафу Тринклера, являющийся оффициальным, совершенно не указан.

При определении влажности хлеба высушивание продолжается при 105° Ц уже не 2 — 3 часа, а 6 часов. Почему хлебу такое предпочтение перед мукой, нам не понятно.

„Способ быстрого определения клетчатки" по существу есть способ Геннеберга и Штомана и не является быстрым, т. к. кипячение с серной кислотой, едким натром, фильтрование и отстаивание продолжается около двух часов, да высушивание клетчатки до постоянного веса также занимает несколько часов. Способ приготовления 5% раствора серной кислоты и едкого натра здесь не приведен, а практически эти указания важны и необходимы.

Кроме того не указан способ составления прибора для фильтрования. Есть только краткое указание, что „большая часть воды отсасывается водоструйным насосом при помощи предохранительного приспособления в виде воронки, широкая часть которой затянута шелковым ситом № 20 или какой-либо аналогичной тканью. Носик воронки, через предохранительную колбу, соединяется с водоструйным насосом. Но и это неверно. Приспособление в виде воронки совсем не играет роли „предохранительного", а это просто фильтрующая поверхность и затягивать ее ситом № 20 или какой либо аналогичной тканью нельзя, т. к. и то и другое все-таки будет пропускать мельчайшие частицы клетчатки (особенно в высших сортах муки), да к тому же еще фильтрующая поверхность быстро засорится и перестанет фильтровать[1]). Обыкновенно по диаметру воронки рекомендуется накладывать фарфоровый продырявленный кружок, обвязанный какой-нибудь редкой тканью, а на пластинку в каждом отдельном случае накладывать еще круги фильтрованной бумаги. „Носик воронки" соединяется, что надо указать, толстостенной резиновой трубкой с колбой Бунзена через трубку, а последняя уже также при посредстве толстостенной резиновой трубки — с водоструйным насосом. Необходимо было указать сборку прибора на рисунке.

Определение жира рекомендуется вести в экстракторе Сокслета, нагревая колбу в водяной бане на пламени газовой горелки. В настоящее время, когда мы имеем возможность широко пользоваться элек-

[1]) Фильтрование через сито № 20 рекомендуется в оригинальном руководстве Kalning'a. Что касается прохождения мелких частиц клетчатки через сито, то на это категорически указывается в работе K. Katinsky, Z. für das ges. Mühl 1926, 5. *Ред.*

трическими нагревателями, предлагать газовую горелку, да еще без предохранительной сетки по меньшей мере, неосторожно. Совершенно выпущено из вида, что этиловый эфир легко горючее и взрывающее в смеси с воздухом вещество, и при недосмотре могут быть несчастные случаи.

Способ очистки эфира (что также важно) не указан.

Установку титра серной кислоты рекомендуется делать по соде. Способ этот слишком не удобен, т. к. требует предварительной очистки соды и большой осторожности при взвешивании ее, что в условиях работы наших лабораторий на предприятиях не всегда удобно. Есть хороший способ установки титра серной кислоты по десятиводной буре. Очистка буры и работа с ней крайне просты.

Еще удобнее вести установку титра едкого натра по янтарной кислоте, а по раствору едкого натра устанавливают титр серной кислоты. Все эти моменты очень важны в практике лабораторной работы и совершенно не предусмотрены авторами.

При описании методики определения тростникового сахара не указан способ составления прибора для фильтрования с водоструйным насосом, а также приготовление воронки с асбестом и предохранительного клапана Бунзена. Есть краткое указание, что на платиновую сетку в воронке „помещается сначала слой грубых волокон асбеста а затем сверху чрезвычайно мелких волоконец, подвергнутых специальной очистке". Ни слова не сказано, как приготовить мелковолокнистый асбест. Мелкие волоконца почему-то надо подвергнуть специальной очистке, а крупные, очевидно, очистки не требуют. И крупный и мелкий асбест всегда подвергаются очистке. Способа очистки также не указано.

Затем в описании способа Бертрана допускается в воронку под асбест подкладывать стеклянный шарик, а по первому способу обязательна платиновая сетка. И в первом и во втором случаях вполне допустимо пользоваться стеклянным порошком, и рекомендовать платиновую сетку, которая стоит не дешево, не следовало бы.

Само описание способа Бертрана изложено без деталей, отсутствие которых лишает возможности вести определение.

Кипятить сахарный раствор (20 кб. см.) в смеси с 20 кб. см. раствора медного купороса и 20 кб. см. раствора сегнетовой соли надо с момента начала кипения ровно три минуты, а не четыре минуты, как указывают авторы книги. Методика Бертрана строго точна и отступать от нее — значит неправильно вести весь анализ. Целесообразнее было бы переписать описание этого способа из книги проф. Демьянова „Общие приемы анализа растительных веществ", где он прекрасно изложен.

Глава IV. Определение тонкости помола. — Данные совершенно не соответствуют нашему стандарту. Лучше было бы выпустить совсем главу о тонкости помола, чем давать заведомо неправильные сведения.

Глава V. — Определение содержания песка в муке по хлороформенной пробе не верно. Крахмал с хлороформом дает всегда муть, переходящую с песком при его отделении, кроме того на дно делительной воронки опускаются вместе с песком разные органические остатки. Поэтому отделенный песок надо всегда перевести в фарфоровый тигель и последний хорошо прокалить, а потом взвешивать, а не просто испарить хлороформ высушиванием, а после взвесить и подсчитать.

„Определение угля в денатурированных крупках по Мюллеру". Для этой цели по 5 гр. обработанного каменным углем зерна или муки кипятят в ерленмееровской колбе в течение получаса, а затем промывают горячей водой". С чем кипятят? Ничего неизвестно.

Анализ хлеба недостаточно проработан. Вопрос о пористости хлеба совершенно не затронут. Ничего не сказано об оценке качества хлеба. Методика определения кислотности хлеба (стр. 59) не соответствует методам, применяющимся у нас, и, естественно, результаты определения кислотности будут всегда отличны от наших норм.

Горячая вода для водной вытяжки у нас не применяется. В книге же дается описание способа кислотности в муке по вытяжке с горячей водой.

В общем надо сказать, что книга в значительной своей части совершенно не удовлетворяет требованиям, какие должны быть предъявлены к „практическому руководству".

Ни мельничные лаборатории, ни хлебозаводы, ни элеваторы и т. п. книгой не смогут пользоваться, и выход ее в свет надо рассматривать, как печальное недоразумение.

Библиография

Г. Кальнинг, д-р. Анализ зерна и зерновых продуктов.

Москва. 1929 г. Госиздат.

Авторизованный перевод книги Кальнинга „Das chemische Praktikum des Müllers und Bäckers" выпущен год назад и отзывы о нем уже имеются, но все же приходится отметить неосвещенные еще принципиально важные моменты, которые нужно учесть при выпуске второго издания.

Коротко формулируя впечатление от данной книги, можно сказать, что работа выполнена поспешно и невнимательно. Перевод имеет в виду двоякую цель: 1) служить руководством в производственных лабораториях и 2) служить руководством для практических работ учащихся специальных школ. Нужно признать, что имеющиеся в книге важные недосмотры крайне затрудняют пользование ею, как в первом, так и во втором отношениях.

Наиболее обширной частью в руководстве является изложение химико-аналитических методов определения составных частей зерна и его продуктов. Довольно значительное место занимают также сведения по общей и органической химии наряду с аналитическими указаниями общего характера (по объемному анализу). В данном разборе затрагиваются почти исключительно химико-аналитическая и педагогическая стороны руководства.

В описании определения влажности (стр. 33) следует указать, что весовые стаканчики должны быть сухими (сушка и охлаждение в эксикаторе). Что касается времени сушки продукта, то Кальнинг применяет условный метод—3 часа при 105°. Вместо этого в переводе указывается неопределенное время 2—3 часа, что недопустимо, т. к. 2 часа срок слишком малый, а результаты 2-х и 3-хчасовой сушки несравнимы друг с другом.

В описании определения зольности (стр. 55) в оригинале пропущено указание о подготовке тигля к анализу—прокалка и 45-тиминутное охлаждение его в эксикаторе перед взвешиванием. Этот момент важен и соответствующее указание следует дать.

В определении клетчатки (стр. 39) рекомендуется сушка фильтра на часовом стекле. Это лаконическое указание оригинала следовало бы дополнить. Дело в том, что высушенный фильтр в виду крайней гигроскопичности нельзя взвешивать на открытом часовом стекле, а необходимо прикрывать его притертым стеклом, соединяя оба стекла зажимом.

В описании определения жира (стр. 40) вкралось недоразумение. Там имеется указание, что в бумажной гильзе отвешивается уже сухой продукт, который затем вновь высушивается. Ясно, что высушивать продукт нужно уже всыпавши его в гильзу. Предварительное высушивание совершенно излишне и, более того,—оно затрудняло бы возможность точного взвешивания продукта (гигроскопичность). Там же обе боковые трубки экстрактора названы сифонными (сифонной является тонкая боковая трубка).

В рецептуре метода Кьельдаля (47, 48 стр.) нужно указать на следующее. В оригинале дано описание классического способа с применением ртути. В переводе применяется в качестве катализатора только $CuSO_4$. Между прочим, при таких условиях реакция идет медленно. Далее, при отгонке аммиака рекомендуется прибавлять Zn—пыль. Тут недоразумение в оригинале—Zn—пыль служит для восстановления амидных груп ртутно-аммониевых соединений, а не для избежания толчков при кипении. При применении одного $CuSO_4$ прибавление Zn пыли совершенно излишне. В приемник рекомендуется брать 20 к. сант. $\frac{N}{10} H_2 SO_4$. Дело в том, что в некоторых случаях 20 к. сант. бывает мало для поглощения всего аммиака (отруби и кормовая мука). Следует брать 30—40 к. сант. $\frac{N}{10}$ кислоты при навеске около 1 гр. В ори-

гинале берется 20 к. сант. раствора более значительной крепости (2,45%), в то время, как $\frac{N}{10}$ раствор H_2SO_4 является 0,49%.

В описании определения диастатической силы (стр. 55) неправилен расчет количества растворимого крахмала (согласно с оригиналом). Тут категорически предписывается брать точно 2 грамма сухого крахмала для приготовления 100 к. сант. 2% раствора. Крахмал берется с примерной влажностью в 15%, при чем указывается, что для получения 10 гр. сухого крахмала нужно взять 11,5 гр. влажного. Расчет же показывает, что нужно взять 11,77 гр., а не 11,5. Если рассуждать аналогично взятому в книге примеру, то получится, что при влажности в 35% нужно будет взять 13,5 гр. вместо требующихся 15,4 гр. Ясно, что о точности здесь не может быть и речи.

При определении кислотности (59 стр.) следует разграничивать определение кислотности в хлебе и муке. Нельзя рекомендовать запаривание 50 гр. муки 200 к. сант. горячей воды. При таких условиях получить мучную вытяжку не удастся (клейстер). Этот способ применяется обычно для хлеба.

В описании метода Bertrand'a (стр. 70) дано неясное указание относительно раствора № 3: сначала указано, что растворять нужно в литре воды, а затем—доводить общий объем до литра. Правильно первое.

В описание способа Эверса (стр. 73) вкралась досадная ошибка: соляную кислоту нужно брать 1%, а не 10%. Там же указано, что о приготовлении раствора кислоты будет речь в добавлении, между тем, как это добавление отсутствует.

Перейдем к педагогической стороне руководства.

В главе об основных понятиях общей химии (18 стр.) следует дать представление о сущности относительного атомного веса — количественный смысл химического значка. Это важно, поскольку руководство расчитано и на мало подготовленных работников.

Встречается также неправильная терминология.

Примеры: не разграничиваются понятия о химической формуле и химическом уравнении (стр. 48, 53), сегнетова соль названа комплексной солью (68 стр.), при описании установки титра перманганата (70 стр.) говорится об окислительной силе щавелево-аммониевой соли (это восстановитель), замечание о глюкозидах (стр. 11). Далее (стр. 65) указано, что в литре воды имеется $\frac{1}{10.000.000}$ гр. ионов

$$\left(\text{вместо } \frac{17}{10.000.000}\right)$$

В общеаналитической части важно следующее. Говоря об установке титров, необходимо дать понятие о факторе нормальности.

Раствор соды, если нет готового препарата, готовят, исходя из кислого карбоната, переводя его в безводную среднюю соль посредством прокаливания.

При точной установке титров следует брать не менее 25 к. сант. (а не 10).

Что касается перевода, то он местами неудовлетворителен. Напр., на стр. 79 неправильно указано, что отбеливается только низкосортная мука, а мука высших сортов приобретает неприятный вид. Дело в том, что выражение „niedrig gezogenen Mehle“ переводится: мука высших сортов (первые %% выходов). На той же стр. замечание оригинала о причинах естественной отбелки муки переведено точно, а его следовало бы изменить. Логически здесь получается, что отбелка муки зависит от окраски жирных кислот. Ясно, что в основном белый цвет муки обусловливается крахмалом. При отбелке происходит окисление пигментов муки. Жирные кислоты никакого влияния на окраску муки иметь не могут—их ничтожное количество, да и никакой окраски они в сущности не имеют. На стр. 94 (хлебопекаренные порошки) выражение оригинала: „noch vorhandene unwirksame“ переведено: „преимущественно недеятельную“.

Опечаток в собственном смысле слова в книжке немного и они главным образом цифрового характера (напр. на стр. 42, 43, 45, 49 и т. д.)

Б. Дмитриев.

СОДЕРЖАНИЕ.

стр.
1. Ко всем читателям 3
2. Критический анализ методов расчета вентиляции.— Инж. Панченко, А. В. 5
3. К работе машин механического дробления —Аспирант Шехтман, М. Л. 25
4. Кондиционирование зерна.—Фридман Ида, Гурвич Б., Милиевский П. 49
5. Кукурузный помол на 51-й Госмельнице в г. Одессе. — Техн.-крупч. Штерн, Д. Б. 60
6. Опытный помол на мельнице Одесского Института Зерна и Муки — Сердюков, В. И. 65
7. О влиянии влажности на результат испытания по Пекару. — Преп. Дмитриев, Б. С. 73
8. О влиянии муки на бродильную силу дрожжей.—Преп. Верховцев . 77
9. Об одном практическом руководстве.—Сикорский Л. 83
10. Библиография 91

INHALT.

1. Allen unseren Lesern 3
2. Eine kritische Ubersicht über die Methoden der Ventilation-Berechnung.— Aspirant-Ingenieur Pantschenko, A. W. 5
3. Zur Leistung der Maschinen für die mechanische Zerkleinerung. Die Untersuchung eines Walzenstuhles.—Aspirant Schechtman, M. L. . . 25
4. Kornkonditionirung. Beschreibung und Berechnung. — Fridmann Ida, Gurwitsch B., Miliewski P. 49
5. Ein Kukurusen Vermahlen an der 51 Staatsmühle — Griessmüllerei-Technologe Stern, D. B. 60
6. Ein Vermahlungs Versuch an der Mühle des Odessaer Institutes fur Korn und Mehl-Technologie.—Serdükow, W. I. 65
7. Uber die Einwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Ergebnisse einer Forschung nach Pekar—Vorträger Dimitriew, B. S. 73
8. Uber die Wirkung des Mehles auf die Gährkraft der Hefe (eine Ubersetzung). Ingenieur Werhowzew, N. S. 77
9. Uber eine «Handhabung fur die Praixs»—Sickorski L. 83
10. Bibliographie 91

ИЗДАНИЯ ОДЕССКОГО ИНСТИТУТА ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНА и МУКИ.

1. В. Я. Гиршсон, проф.—Введение в теорию мельничных механизмов.
2. А. А. Попов—(Лий), инж.—Транспортная техника.
3. А. А. Попов, инж.—Пневматический транспорт.
4. А. А. Попов, инж., А. Д. Гейшторг, инж.,—Описание и расчет американских зерносушилок.
5. „Известия Института Технологии Зерна и Муки"—№№ 1, 2, 3.

Готовится к печати:

1. Инж. Верховцев.—Основы хлебопечения.
2. Проф. В. Я. Гиршсон.—Монтаж мельничных машин.
3. Инж. Гейшторг —Вентиляция мельничных машин.
4. „Известия Института" № 4.