

Год I

№ 1 (2)

1929 год

# ИЗВЕСТИЯ

ПРАВЛЕНИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО  
КРУЖКА ОДЕССКОГО ПОЛИТЕХНИКУМА  
ТЕХНОЛОГИИ ЗЕРНА И МУКИ

---

# MITTEILUNGEN

POLITECHNIKUM FÜR KORN UND  
MEHL-TECHNOLOGIE IN ODESSA

---

## СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
1. От издаткомиссии . . . . .	3
2. * * * Проф. Богомаз, К. А. . . . .	5
3. К вопросу рационализации схемы пшеничного высокого помола. Проф. Гиршсон, В. Я. . . . .	7
4. Колориметрический метод определения качества муки по окраске щелочных вытяжек. Инж. Озолин Н. И. и инж. Домбровский, Г. Д. .	18
5. Расчет силосов по способу инж. Зофа. Инж. Лий, А. А. . . . .	28
6. Графический метод изучения работы свободно-колеблющихся распе- вов. Проф. Гиршсон, В. Я. . . . .	33
7. Новый углевод ржаной муки. Инж. Озолин, Н. И. . . . .	43
8. Новейшие исследования в области энзимологии зерна. Проф. Рубен- чик, К. И. . . . .	49
9. Взвешенные скорости и коэффициенты обтекания зерна. Проф. Гирш- сон, В. Я. . . . .	55
10. Метод определения гигроскопических свойств мельничных продуктов. Инж. Домбровский, Г. Д. и инж. Озолин, Н. И. . . . .	66
11. О газолиновой пробе. Преп. Дмитриев, Б. С. . . . .	70
12. К работе машин механического дробления. Шехтман, М. Л. . . . .	77
13. Новейший способ улучшения хлебопекарных качеств муки. Ткач, А. Е. .	93
14. Египет, как наш мучной рынок. Преп. Файг Д. Г. . . . .	97

## INHALT.

	Seite
1. Von der Verlagscomitee . . . . .	3
2. * * * Prof. Bogomas, K. A. . . . .	5
3. Zur Frage der Rationalisierung der Hochmüllerei des Weizens. Prof. Girsch- son, W. J. . . . .	7
4. Die kolorimetrische Methode zur Bestimmung der Eigenschaften des Mehles nach der Farbe der alkalischen Auszüge. Ing. Osolin, N. J. u. Ing. Dombrowski, G. D. . . . .	18
5. Die Kalkulation der „Silos“ nach der Methode des Ingenieurs Soff. Ing. Li . . . . .	28
6. Die grafische Studienmethode der Leistung der freischwingenden Plan- sichter. Prof. Girschsson, W. J. . . . .	33
7. Der neue Kohlenhydrat im Roggenmehle. Ing. Osolin, N. J. . . . .	43
8. Die letzten Forschungen im Gebiete der Enzymologie des Kornes. Prof. Rubentschick, K. I. . . . .	49
9. Die Schwebegeschwindigkeit und der Umhüllungskoeffizient des Kornes. Prof. Girschsohn, W. J. . . . .	55
10. Die Bestimmung der gigroskopischen Eigenschaften der Mahlprodukte. Ing. Osolin, N. J. u. Ing. Dombrowski, G. D. . . . .	66
11. Die Gasolinprobe. Assistent Dmitriew, B. S. . . . .	70
12. Zur Leistung der Maschinen der mechanischen Zerkleinerung. Schecht- man, M. L. . . . .	77
13. Die neue Methode zur Verbesserung der Backfähigkeit der Mehle. Thatsch, A. E. . . . .	93
14. Egypten als unser Mehlmarkt. Prof. Faig, D. H. . . . .	97



Год I

№ 1 (2)

1929 год

# ИЗВЕСТИЯ

ПРАВЛЕНИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КРУЖКА  
ОДЕССКОГО ПОЛИТЕХНИКУМА ТЕХНОЛОГИИ  
ЗЕРНА И МУКИ

Редакционный комитет: проф. БОГОМАЗ К. А., проф. ГИРШСОН В. Я.,  
инж. ДОМБРОВСКИЙ Г. Д., инж. ЕФИМОВ Е. П., инж. ДЕМИДОВ П. Г.,  
инж. ОЗОЛИН Н. И., преп. ФАЙГ Д. Г., ШЕХВИЦ И. М., ШУСТЕР Л. А.,  
ФЛЕЙШМАХЕР Б. Ю., ШЕХТМАН М. Л., ДАВИДЧИК В. В.

Издатель: Издательство Политехникума.

Ответственный редактор: Редакционный комитет.

Адрес: Одесса, ул. Щепкина № 5.

# MITTEILUNGEN

POLITECHNIKUM FÜR KORN- UND MEHL-TECHNOLOGIE  
IN ODESSA

An der Redaktions-Comitee nehmen Anteil: Prof. BOGOMAS K. A., Prof. GIRSCHSSON W. J.,  
Ing. DOMBROWSKI G. D., Ing. EFIMOW E. P., Ing. DEMIDOW P. G., Ing. OSOLIN N. J.,  
Prof. FAIG D. H., SCHECHWITZ I. M., SCHUSTER L. A., FLEISCHMACHER B. L.,  
SCHECHTMAN M. L., DAWIDTSCHICK W. W.

Adresse: Odessa, Stepkina-Str. № 5.

ИЗДАНИЕ ПОЛИТЕХНИКУМА Т. З. и М.

1929

\* \* \*

Проф. К. А. Богомаз.

Исследование явлений важнейших в жизни человечества достойнейшая задача работников интеллектуального труда. Инициатива, вообще, в области производства и защиты отечества, в частности, выдвигает на господствующую позицию ту страну, где массы свободных могут проявить свою инициативу. Традиционное могущество Англии на морях всего мира, в последнюю войну, было сломлено инициативой немецких инженеров в области конструирования подводных лодок; признанная дисциплинированность и стойкость немецкой сухопутной армии была сломлена инициативой английских инженеров, создавших танки и пр. и пр.

Но если в военном деле, как упоминалось, научные исследования опрокинули все предположения инициаторов войны, то инициатива в области мирного труда имеет неизмеримо более длительное влияние на промышленность и на всю жизнь человечества.

Едва ли есть область более важная для жизни человечества, как область питания масс. Где оканчивается запас средств питания, там начинается недовольство масс. Культурная революция начинается прежде всего с применения культурных методов питания человека, питающийся не здоровым хлебом, а лебедой, едва ли будет способен к интеллектуальному труду. Ты есть то, что ты ешь.

Вот почему исследовательская работа и инициатива в области питания масс есть первоочередная задача науки и техники переживаемого нами момента.

Политехникум Технологии Зерна и Муки разрешает проблемы питания главным пищевым продуктом—хлебом.

Технология зерна и муки, не взирая на кажущуюся многовековую опытность человечества в этой области, является и сейчас одной из самых малоразработанных научных дисциплин.

В ближайшее время начнут функционировать научно-исследовательские институты по технологии зерна и муки в Москве, Харькове и филиалы этих институтов в Одессе, Киеве и Ростове, но время не ждет, и до тех пор, пока эти институты и их филиалы не функционируют, необходимо уже теперь Политехникуму Зерна и Муки, как главной цитадели знаний в этой области во всем союзе знакомить

специалистов в этой области с исследованиями и инициативными предложениями путем издания „Известий“ Политехникума. Известия будут отражать искания мысли как преподавательского персонала, так и студентов Политехникума.

Состоявшийся в июле с.г. Всесоюзный с'езд Научно-Технического Совета по Мукомольному, Хлебопекарному и Крупяному производству в Москве отметил какой большой удельный вес имеют работы Политехникума в этих областях. Члены с'езда взяли у представителей Политехникума обещание скорее издать доклады, прочитанные на с'езде, что Политехникум изданием первого выпуска Известий и начал выполнять.

## К вопросу рационализации схемы пшеничного высокого помола.

Проф. В. Я. Гиршсон.

Каждая техническая задача должна быть ограничена определенными рамками, внутри которых только-надо искать ее решение.

В нашем случае, мы оставляем за пределами настоящего доклада—бесспорную истину, подтвержденную и теорией и практикой о том, что максимальное количество добротных крупок из пшеницы—достигается путем развитого процесса дранья.

Классическая, общепризнанная схема крупчатного помола, даже в большей степени для мягкой, чем для твердой пшеницы—достигает намеченной цели путем 8—9—10 кратного дранья. Метод переработки направлен на получение абсолютного максимума добротных крупок.

С другой стороны, сокращая дранье—легко перешагнуть в другую сторону, растеряв в процессе изменения схемы основные признаки крупчатности—перейдя к сеянковому помолу.

Вот те пределы, внутри которых, мы попытаемся исследовать интересующий нас вопрос.

Настоящая статья ставит себе целью: разобраться в вопросе—на каком режиме дранья—достаточном для получения требуемого в настоящее время ассортимента муки—надо остановиться; иными словами надо найти путь—каким способом с наименьшими затратами на мельничное оборудование достигнуть нужных нам результатов, и наоборот—как использовать существующее оборудование—для получения максимальной нагрузки вальцев, без ущерба для выходов и качества требуемой в данное время—муки.

Схема помола определяется вообще—двумя переменными: качеством сырья—пшеницы и ассортиментом требуемой муки. Обе эти величины изменились в настоящее время, притом главным образом в отношении второй переменной.

Поэтому и схема помола—как метод дать с наименьшими затратами требуемую муку—тоже должна измениться.

Эти изменения общепринятой схемы были нами произведены: 1) отчасти в отношении количества драных пасажей, но 2) главным образом в отношении назначения отдельных драных систем.



Первых — в количестве 18% от черного зерна, вторых — в количестве 2,08% от него же, что усматривается из нижеприведенной таблицы дранных продуктов. Отсюда надо сделать заключение, что нарезные системы из общего количества в 96% зерна, поступающего на 1 дранье, выполняют прямое назначение — дранья пшеницы в процентах:  $96 - (18 + 2,08) = 76\%$ .

При нормальной схеме помола даже при шестикратном дранье—наиболее ценными по количеству крупок являются II—III—IV дранье.

Центр тяжести этого основного процесса крупчатного помола перенесен нами на I—II—III дранье, причем таблица дранных продуктов дает указание в каком количестве каждое дранье участвует в этом процессе получения крупки.

### Таблица дранных продуктов.

	На I др.	На II др.	На III др.	На IV др.	На V др.	На VI др.
Поступает в %	96	41,37	18,54	9,5+(62-44) *)=27,50	10,80+4,06+ +2,08=16,95	4,20+2,98+ +4,13+ +3,21=14,52
Получается:						
Дранье . . . . .	41,37	18,54	9,50	10,80 } на	4,20 } на	5,37 } на
Круп. круп. . . . .	22,53	7,19	2,12	4,06 } удр.	2,98 } на	2,11 } кам.
Ср + м. круп. . . . .	12,70	8,88	2,96	5,62	4,13 } VI др.	2,90 } на
Дунста . . . . .	7,18	3,16	1,88	3,72	3,21 } на	2,52 } ферм.
	15,94					
Мука . . . . .	12,22 } II м.	3,60 } I с.м.	2,08 } II с.м.	3,30 } II с.м.	2,42 } II с.м.	1,62 } II с.м.

Необходимо теперь особо остановиться на технической характеристике схемы дранья, основными показателями которой надо признать:

1) изменение толщины рабочей щели вальцев, определенной по способу предложенному проф. К. А. Богомазом по системам дранья.

\*)  $62 - 44 = 18\%$  — схода и отходы с веес.

2) количественный состав дранных продуктов.

1) При обычной схеме 8-ми кратного дранья, ширина щели последовательно по драным системам—изменяется: от 1643—863—587—453—280—270—250 до 330 в среднем—в микронах.

При примененной схеме 6-ти кратного дранья—ширина щели изменяется так: от 1012—620—477—684—448—до 351, в среднем—в микронах.

Характер кривых щели усматривается из нижеприведенной диаграммы, составленной на основании микрометрических измерений, произведенных в нашей лаборатории инженером П. Г. Демидовым.

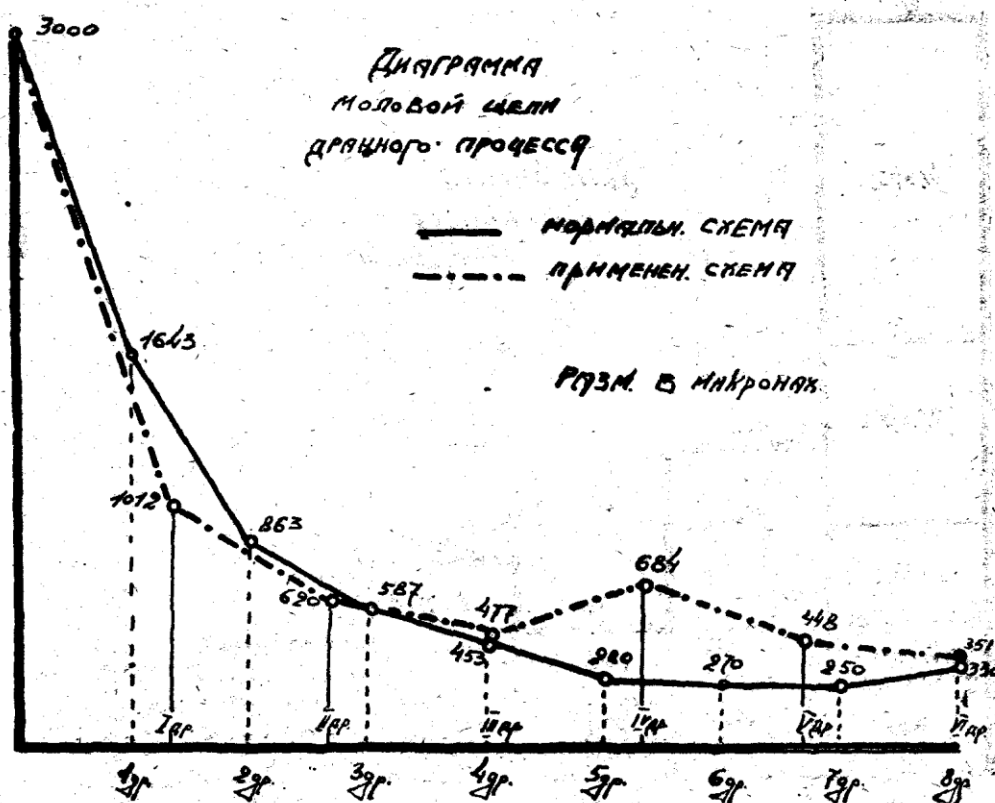


Рис. 1.

2) Количество промежуточных продуктов дранья усматривается из вышеприведенной таблицы и нижеприведенной, „Диаграммы дранных продуктов“.

Методика получения этой конечной таблицы дранья должна быть пояснена. (Рис. 2).

Прежде всего был произведен технический анализ продуктов из под вальцев всех дранных систем анализатором, с номерами сит, соответствующими номерам сит рассевов.

Эта работа была произведена также в нашей лаборатории инж. Демидовым.

Одновременно с взятием проб на мельнице было произведено взвешивание основных продуктов дранья:

а) крупок — неочищенных, поступающих на круповейки.

б) крупок — очищенных, поступающих на 1-ю размольную систему.

в) дранной муки.

На основании этих взвешиваний — в результате полученные анализатором мы ввели соответствующие поправки. Таким образом после целого ряда промежуточных таблиц — была нами составлена вышеприведенная конечная таблица дранных продуктов.

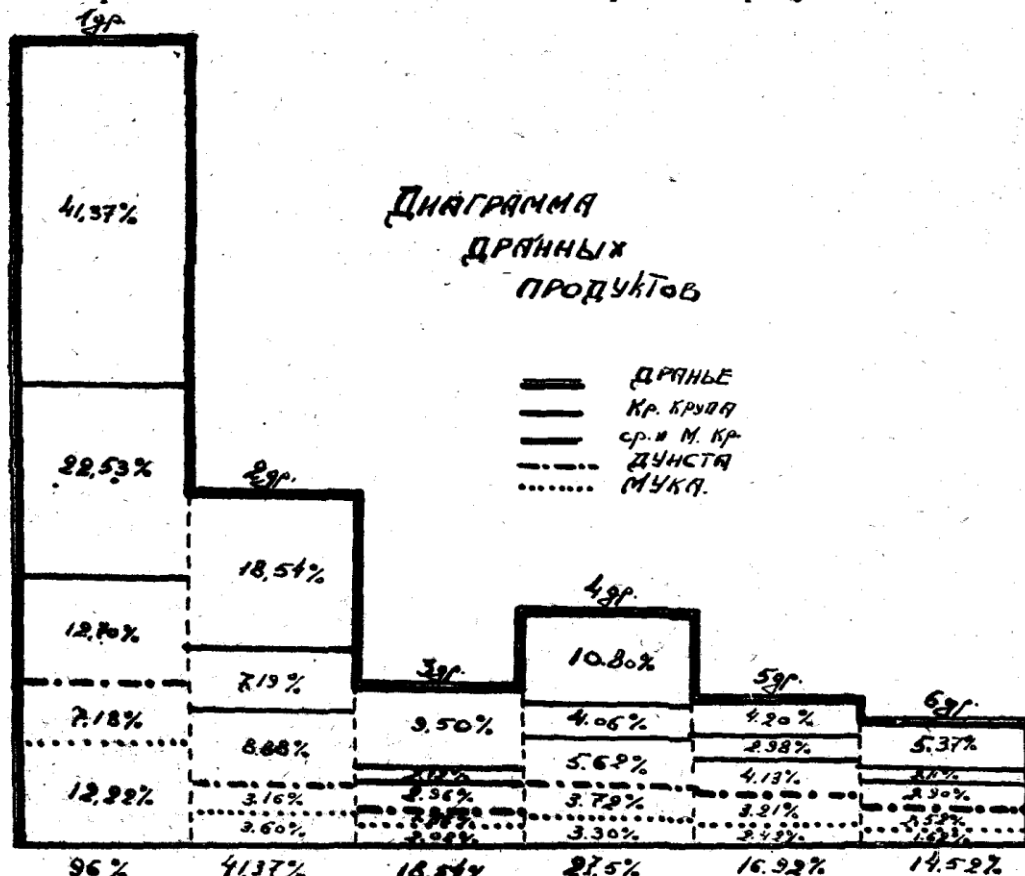


Рис. 2.

Одновременно таким способом определились коэффициенты полезного действия анализатора:

для крупок в . . . . 0,9274

для дранной муки . . 0,8860

Из рассмотрения таблицы дранья следует:

1) крупок всего получается:

крупных —  $22,53 + 7,19 + 2,12 = 31,84\%$

средн. + мелких —  $12,70 + 8,88 + 2,96 + 5,62 = 30,16\%$

а всего . . . . = 62%

2) Непосредственным взвешиванием на мельнице получено, что чистых крупок поступает на 1-ю размольную систему 44%; следов. сходов и отбросов веек получается  $62 - 44 = 18\%$ .

Таким же взвешиванием на мельнице определено, что на V дранье возвращается с 8-ой размольной системы 2,08% в виде верхних сходов рассева.

3) Дунстов — получается всего (с 4-х дранных пассажей):

$$7,18 + 3,16 + 1,88 + 3,72 = 15,94\%$$

4) Муки — получается всего:

$$12,22 + 3,60 + 2,08 + 3,30 + 2,42 + 1,62 = 25,24\%$$

5) Сходов с VI дранья, идущих:

$$\left. \begin{array}{l} \text{на камень} - 5,37 + 2,11 = 7,48 \\ \text{на фермер} - 2,90 + 2,52 = 5,42 \end{array} \right\} \text{ а всего } 12,90\%$$

6) Всего в балансе нарезных систем имеем:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{круп.} & \text{дун.} & \text{муки} & \text{схода на вымол} & & & \\ 62 & + & 15,94 & + & 25,24 & + & 7,48 + 5,42 - (18 + 2,08) = 96\%, \end{array}$$

т. е. количество поступавшего на I дранье — зерна.

7) С точки зрения назначения отдельных дранных систем то наибольшее количество крупок — 35,23% получается на I дранье; 16,07% — на II дранье; 5,08% — на III дранье и 5,62% — на IV дранье.

Следовательно наибольшее количество крупок имеем на I дранье, что является существенным изменением обычной схемы дранья.

Весь процесс извлечения крупок из пшеницы почти заканчивается на III дранье, ибо на IV имеем только небольшой % но и то только мелкой.

8) На IV дранье поступает с III-го дранья только 9,5%; поэтому, если довести таблицу дранья до конца, до VI дранья, не перемалывая на IV и V дранных системах сходов, отбросов и сходов 8-й разм. системы, то на V дранье поступит с IV-го только 2,20%, а на VI-ое дранье — 1,85%; короче говоря при наличии передирной системы для сходов веек — количество дранных систем могло бы быть уменьшено до 5.

Результаты измененного режима дранья получены нами следующие:

1) Производительность — максимальная на 1" дранной щели вальцев равняется: 16,66 пуда, а если принять в расчет участие жерновых систем, нагруженных на 28,6% дранными вымолками и на 71,4% — размольными, то на 1" дранной щели приходится — 15,4 пуда в сутки.

2) Количество крупок получаемых в результате работы нарезных систем равно 62%, а очищенных крупок идущих на размол получается 44%.



3) Качество дранной муки, по отдельным драным системам усматривается из „Диаграммы количественно-качественной характеристики дранной муки“, нижеприведенной. Она построена так: по оси X—X отложены проценты выходов каждой муки драных систем; по оси Y—Y отложены от оси X—X, — зольности \*) каждого сорта; таким образом ломанная линия А—А представляет диаграмму зольности, а площади заштрихованные пропорциональны количеству и качеству сорта муки, почему и самую диаграмму мы находим возможным назвать диаграммой количественно-качественной характеристики сортов дранной муки.

Прямая 1,00—1,00, соответствующая зольности в 1,00% приведена нами как характеристика предельного качества муки, ниже которого продукт уже не есть строго говоря мука — как питательный продукт.

**Диаграмма количественно-качественной  
характеристики дранной муки.**

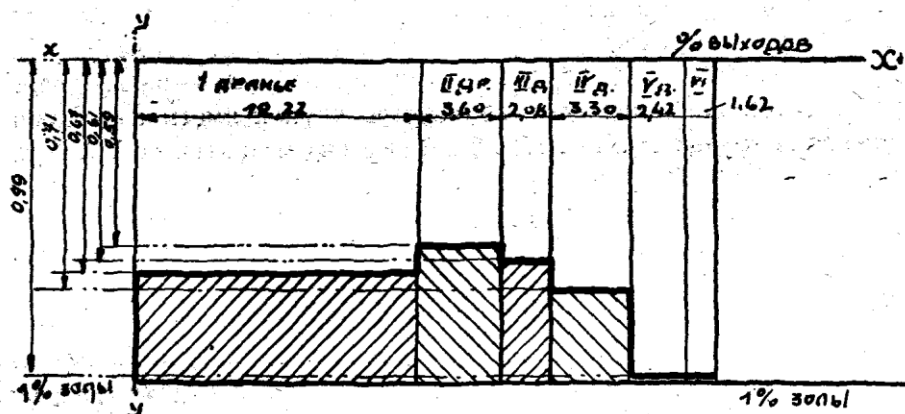


Рис. 3.

Дадим теперь техническую характеристику продуктов размольных систем, согласно нижеприведенных таблиц нами составленных (см. стр. 13).

Методика их получения аналогична получению таблицы баланса дранья, с введением также как и там поправки на показания анализатора причем коэффициент полезного действия анализатора для размольной муки 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й и 6-ой систем определен в 0,6535, а для муки вымалывающих жерновых систем в 0,68.

\*) Зольность всех мук определена в нашей лаборатории инженерами Н. И. Озолиным и Г. Д. Домбровским.

Таблица размольных продуктов.

На 1-ую размольную систему поступает согласно предыдущего — очищенные крупки в количестве 44%.

	На 1 р. с.	На 2 р. с.	На 3 р. с.	На 4 р. с.	На 5 р. с.	На 6 р. с.	На 7 р. с.	На 8 р. с.
Поступает в % . . .	44	18,54 + + 10,47 = = 28,81	14,35	3,23 + + 1,89 + + 0,96 + + 8,15 + + 3,35 = = 17,58	6,09 + + 8,11 + + 15,94 = = 30,14	1,89 + + 4,20 + + 3,58 + + 15,57 = = 25,24	1,27 + + 2,65 + + 19,62 = = 23,54	2,80 + + 2,14 + + 17,36 = = 22,30
Получается в %:								
Верхн. сходы	3,23	1,89	0,96	1,89	4,20	1,27	2,80	1,42 } V др.
Нижние сходы . . .	18,34	14,35	8,15	6,09	3,58	2,65	2,14	2,68 } 0,66 — — V др. — фер.
Дунста . . .	10,47	1,55	3,35	8,11	15,57	19,62	17,36	17,08 } фер.
Муки:								
жест. . . . .	2,07 } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.	— } I с.м.
мягк. . . . .	9,89 } I с.м.	11,02 } I с.м.	1,89 } I с.м.	1,49 } I с.м.	6,79 } I с.м.	1,70 } I с.м.	1,24 } II с.м.	1,12 } II с.м.

Таблица продуктов вымалывающих систем.

	На фермер.	На жернов.
Поступает в % . . . . .	2,02 + 17,08 + 2,90 + + 2,52 = 24,52	5,37 + 2,11 + + 2,94 + 8,91 = = 19,33
Получается в %:		
Верхн. схода . . . . .	2,34 } 16,00 (отруби)	
Нижн. схода . . . . .	8,91 }	
Дунста . . . . .	4,66 } II с.м.	1,52 } II с.м.
Муки . . . . .	8,01 } III с.м.	1,81 } III с.м.

Из вышеприведенной таблицы видно, что муки от размола одних крупок получается с первых 4-х размольных систем:

с 1-ой разм. системы	2,07 + 9,89 = 11,96%
„ 2-ой „	1,55 + 11,02 = 12,57%
„ 3-ей „	„ . . . . . = 1,89%
„ 4-ой „	„ . . . . . = 1,49%
всего . . . . .	= 27,91%

В отношении схемы размола, надо указать, что существенных отклонений от обычной схемы нет. После последней системы — верхние схода направляются на V дранье, нижний же сход и дунст с нея на Фермер.

Система размола — групповая, с двумя сходовыми промежуточными системами (4-ая р. с. и 6-ая р. с.).

От первоначальной мысли практиковавшейся нами на малых крупчатных автоматах, — размола верхних сходов 1-й, 2-й, 3-й размольных систем на дранье пришлось отказаться по двум причинам.

1) Мука 4-й размольной системы получается очень чистой и по качеству лучшей, чем мука от перемола дранных дунстов; поэтому в % отношении такой прием был бы невыгоден.

2) На мельнице имелось 8 размольных систем, при каковом количестве имеется достаточно молотовой щели — для перемола этих сходов и на гладких станках.

Качество всех мук размольных систем усматривается из зольности размольной муки по 8 размольным системам:

0,50 — 0,45 — 0,44 — 0,47 — 0,60 — 0,66, — 0,72 — 0,61.

Количество мягкой муки (без примеси дунстов с № 3) жерновых систем,

зольность муки (мягкой) с Фермера = 1,59.

„ „ „ с жернова = 1,68.

Нижеприведенная диаграмма количественно-качественной характеристики размольной муки иллюстрирует ценность каждой муки в процентном и качественном отношениях.

### Диаграмма качественно-количественной

### характеристики размольной муки.

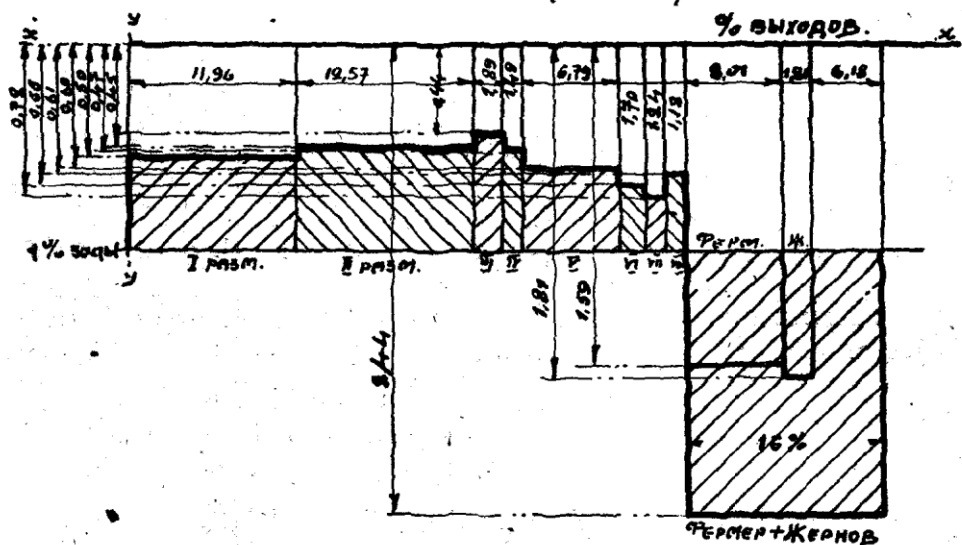


Рис. 4.

Ниже линии соответствующей 1,00 % — 1,00 % (зольность) располагается прямоугольник характеризующий количество жерновой муки — ниже предельной по качеству.

При односортной 80 % муке, зольность ее получается:  

$$\frac{0,49 \times 40 + 0,69 \times 24 + 2,44 \times 16}{80} = 0,94\%, \text{ т.е. ниже стандартной зольности в } 1\%.$$

Нижеприведенная „Диаграмма колич.-качественной характеристики дранной и размольной муки“ показывает последовательность изменения зольности муки по системам.

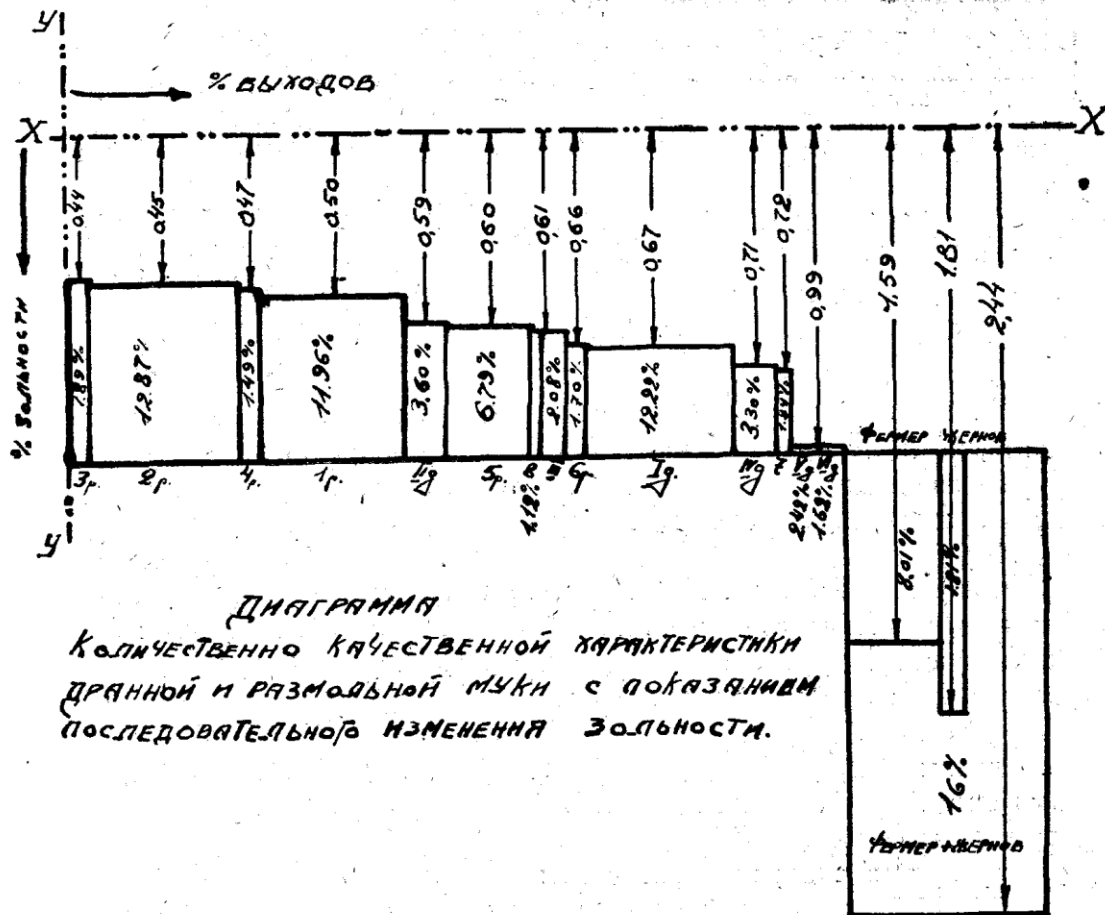


Рис. 5.

Качество конечных товарных сортов муки, согласно анализа на зольность следующее: усматривается из „Диаграммы качеств.-характеристики выпускаемой продукции“. (Рис. 6).

I сорт	при выходе в 40 %	имеет зольность = 0,49 %
II "	" " " " 24 %	" " " = 0,69 %
III "	" " " " 16 %	" " " = 2,44 %

По стандарту же полагается зольность 1-го сорта — 0,55 II-го сорта — 0,90 и III-го сорта — 2,34 %.



**Диаграмма количественно-качественной  
характеристики выпускаемой продукции.**

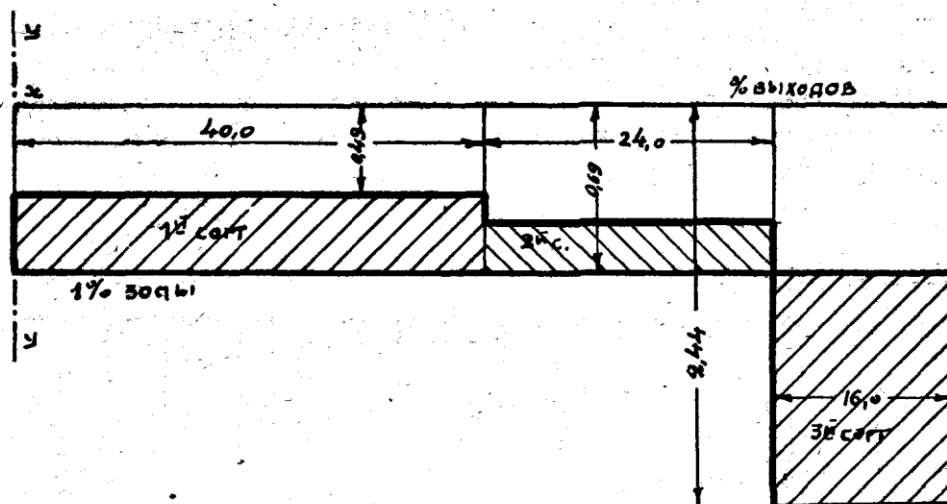


Рис. 6.

Таким образом по I и II сортам качество значительно выше стандарта, по III-му же оно немного ниже стандарта, причем это ничтожное ухудшение легко конечно исправить путем небольшого уменьшения выхода II сорта, переводя эту разницу в III сорт и тем его улучшая.

Производительность — максимальная на 1" размольной щели валцов равняется: 12,5 пуда, а если принять в расчет участие жерновых систем, нагруженных на 71,4 % размольными вымолками по предыдущему, то на 1" придется 10,8 пуда в сутки, вместо 6—8 нормальной схемы

Производительность — максимальная на 1" общей вальцевой длины (нар. + гладк.) равняется: 7,1 пуда, а учитывая жерновые системы — 6,3 пуда в сутки, вместо нормальных 4—5 пудов при обычной схеме помола.

Затрата энергии равнялась:

22—23 пуда на 1 силу в сутки (эффект).

### Заключение.

Из вышеуказанных данных следует:

- 1) Качество муки при испытанной схеме помола не ниже, а даже по I и II сорту выше стандарта.
- 2) Выхода муки и отрубей удовлетворяют стандартным требованиям, а по 1-му сорту превосходят стандарт (40% вместо 30%).
- 3) Расход силы не выше, а даже на 10% ниже нормы (20 пуд. на 1 силу в сутки).

4) Производительность в 6,3 пуда на 1" превышает норму обычной схемы в 5 пудов, на 26%.

5) Так как стоимость оборудования мельницы находится в прямой зависимости от длины валцов (суммарной), то примененная схема дает экономию основного оборудования в 26%.

6) Достигнутые результаты получены только изменением схемы помола, при нормально-практикующихся скоростях валков.

7) Основное оборудование существующих мельниц при достаточной двигательной силе, может быть использовано при соответствующем изменении схемы—для увеличения производительности при прежней длине валцовой щели, а в связи с этим и уменьшится стоимость муки.

8) Предусматривая возможность работы вновь возводимых крупных экспортных мельниц на большее, чем 3—4, — количество сортов муки, следовало бы, сооружая их по классической схеме помола (4—5 пудов на 1"), обязательно иметь вариант схемы нами испытанной, дабы при 3-х — 4-х сортовом помоле на внутренний рынок — удешевить стоимость переработки.

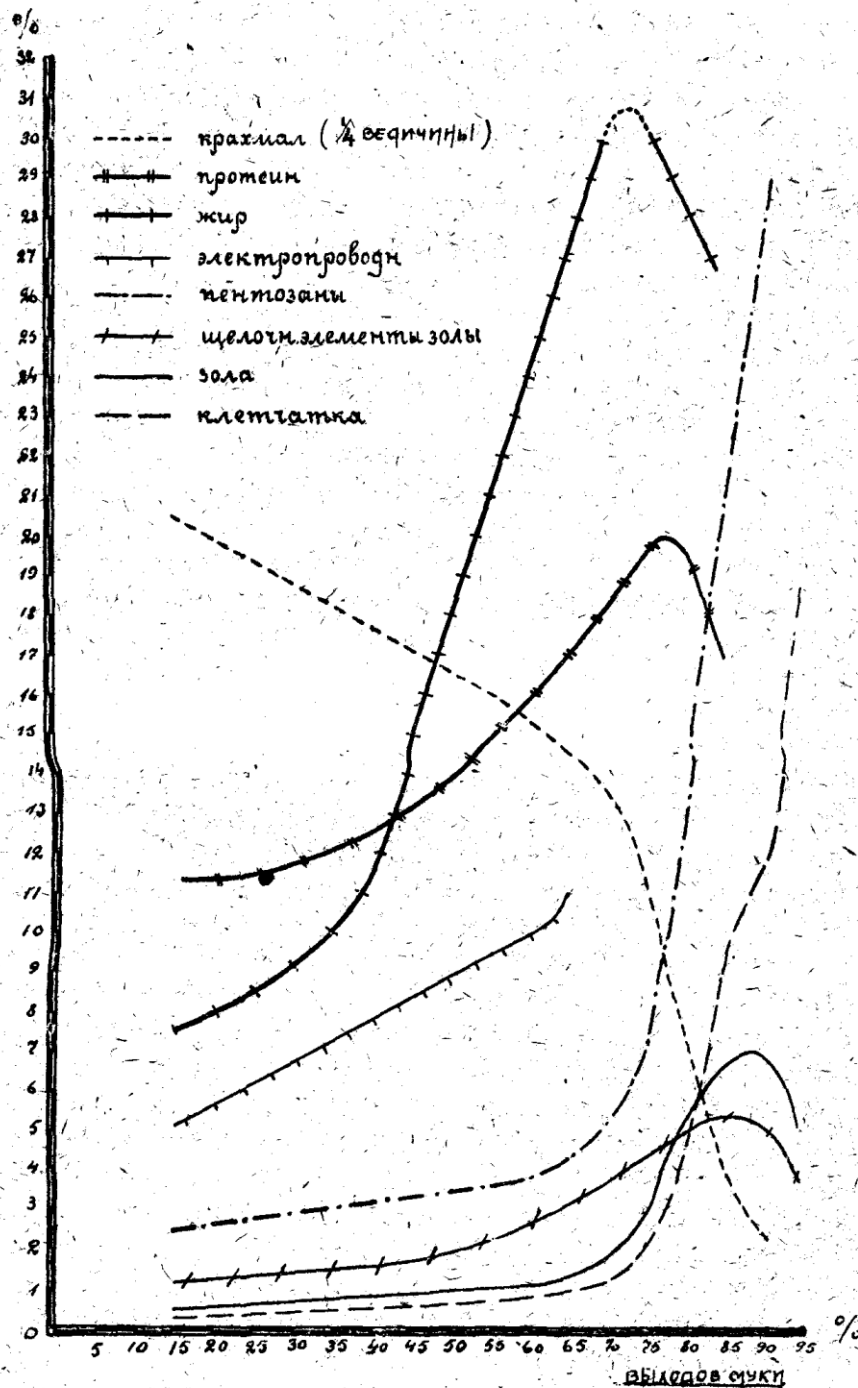
## **Колориметрический метод определения качества муки по окраске щелочных вытяжек.**

**Инж. Н. И. Озолин и инж. Г. Д. Домбровский.**

Мельничная промышленность в настоящее время стала на путь необходимости лабораторного контроля продуктов производства и вследствие этого нуждается, как в точных, так и быстрых методах анализа. Из признаков характеризующих качества муки в отношении чистоты помола, можно указать на: клетчатку, пентозаны, крахмал, зольность, жиры, белковые вещества, кислотность, уд. электропроводность, каталазу и другие. Из указанных признаков, наиболее характеризующими качество помола, являются: клетчатка, пентозаны и крахмал, количество которых правильно изменяется с увеличением выходов. Такие изменения наглядно представлены кривыми в работе Seidel'a 1924 г. Из его диаграммы видно, что количество клетчатки и пентозанов правильно увеличивается с ухудшением качества муки, в то время, как количество крахмала правильно уменьшается. Однако вследствие длительности этих определений, они не находят себе применения в производственных лабораториях. Другие же признаки, как зольность, жиры, белки, уд. электропроводность могут характеризовать качество помола лишь до известных пределов, а далее кривые их дают перегиб. В большинстве случаев в практике качество муки определяется по содержанию в ней золы. Этот метод, являясь одним из наиболее точных, может однако характеризовать выхода муки лишь до известного предела и кроме того требует относительно большого количества времени для своего определения и дорого стоящего оборудования.

Если рассматривать зерно пшеницы и ржи, то мы увидим, что зерно пшеницы имеет разный характер окраски — между светло-желтым — желтокрасным и коричневокрасным; последняя зависит от заключающихся в оболочках красноватокоричневых пигментов. Алеуроновый слой пшеничного зерна не включает в себе пигментов. Цвет зерна зависит от степени окраски семенных оболочек и толщины плодовых оболочек. Оттенок зерна зависит кроме того от мучнистости или стекловидности ядра, придавая ему светлый или темный внешний вид. Не все виды пшениц пигментированы в одинаковой степени; белые пшеницы почти лишены красящих пигментов, тогда как темные пше-

ницы сильно пигментированы. Зерно ржи имеет другую окраску — от серозеленого до синезеленого или от грязножелтого до темнокорич-



ного. Окраска эта обусловлена присутствием пигментов в алеуроновом слое, часто имеющих синий цвет. Плодовые и семенные оболочки окрашены в светложелтый цвет.



Пшеничная мука окрашена в желтоватый цвет, а ржаная имеет синеватый оттенок. С увеличением выходов получается мука более темного цвета, вследствие содержания в ней большего количества оболочек. Из пигментов, придающих окраску оболочкам, наиболее изучены каротиновые пигменты. Monier Williams (1912 г.) говорит, что желтый пигмент муки есть свободный каротин. Этот пигмент был изучен Wilstater'ом и Mileg'ом (1907 г.) которые дали ему формулу  $C_{40}H_{56}$ . Химический его состав однако нельзя считать вполне установленным. Он растворим в эфире, петролейном эфире, хлороформе, 4-хлористом углероде, сероуглероде, эфирных жирных маслах и жирных кислотах. Кристаллы его нерастворимы в абсолютном спирте. Содержание каротина в муке определялось Monier Williams'ом (1912 г.) и было им найдено в количестве от 1 до 3 частей — на миллион частей муки. Кроме каротина в оболочках пшеницы заключаются еще и другие пигменты. Так Bertrand и Muttermilch (1907 г.) указывают, что в результате соединенного действия окислительных ферментов глютеназы, и тирозиназы сосредоточенных главным образом в оболочках пшеничных зерен, образуется особый коричневый пигмент. По мнению Maurizio (Landw. Vers. Station 57) эти ферменты сосредоточены также в наружных слоях эндоспермы, прилегающих к алеуроновому слою.

Методов определения качества муки по ее цвету или по цвету мучных вытяжек имеется несколько. Так степень окраски муки, характеризующая чистоту ее помола в зависимости от количества оболочек может быть определена непосредственным сравнением цвета исследуемой муки с цветом стандартной муки по Пекару, так называемой пекаризацией. Однако характер окраски здесь зависит не только от весовых количеств отрубянистых частей, но и от их крупноты и является методом скорее качественным. Liberman и Andrini (1911 г.) определяли качество муки сравнением цвета ее спиртовой вытяжки со стандартной; Calendoli (1918 г.), обрабатывая муку соляной кислотой, нашел, что лучшие сорта муки окрашиваются в фиолетовый цвет, а худшие в краснокоричневый; Berliner и Коорманн (1928 г.) предложили внести некоторые изменения этого метода путем предварительной обработки муки спиртом и нагреванием раствора; Winton (1911 г.) разработал колориметрический метод оценки муки по степени окраски газолиновой вытяжки — по так называемой газолиновой цветной пробе. Принцип этого метода состоит в том, что цвет газолиновой вытяжки муки зависящий от растворенного в ней каротина, сравнивается в колориметре со стандартным раствором двухромовокалиевой соли. Jergensen (1927 г.) внес изменение в метод Winton'a предложив готовить стандартный раствор разведением двухромовокалиевой соли не на дистиллированной воде, а на буферной смеси  $RH = 5,6$ . Berliner и Коорманн (1928) г. разработали колориметрический метод определения примеси ржаной муки к пшеничной, обрабатывая муку дымящейся соляной кислотой. Пшеничная мука при этом окрашивает раствор соляной кислоты в фиолетовый (реакция на триптофан) цвет,

а ржаная в коричневый цвет (реакция на трифруктозан). Раствор пшеничной муки с примесью ржаной дает сочетание этих двух цветов. Полученная окраска сравнивается со стандартной.

При разработке предлагаемого колориметрического метода определения качества муки по щелочной вытяжке, мы стремились достигнуть, чтобы выполнение его было по возможности быстрым, достаточно точным и простым, а также не требовало бы дорогих и сложных приборов для его выполнения.

Исходя из того, что качество помола муки характеризуется количеством находящихся в них оболочек в которых сосредоточена главная масса красящих пигментов, представляется возможным по количеству их судить о качестве муки. Как известно водные вытяжки отрубей окрашены в темнорусый цвет, тогда как вытяжки лучших сортов муки почти безцветны. Однако непосредственное колориметрическое определение качества муки по водным вытяжкам вследствие их мутности, крайне слабой окраски муки, очень медленного фильтрования является практически трудно выполнимым. Исследуя действие щелочей и кислот на водные вытяжки разных сортов муки, нами замечено было, что кислоты не оказывают заметного влияния на изменение цвета вытяжки, тогда как щелочи окрашивают вытяжки в желтый цвет, усиливающийся к худшим сортам. От прибавления к таким растворам избытка кислот, желтый цвет исчезает и раствор приобретает первоначальную окраску; обратно при прибавлении избытков щелочи, желтый цвет восстанавливается, что указывает на то, что красящий пигмент представляет собою вероятно слабую кислоту. Результаты испытания действия щелочей на вещества, входящие в состав злаков, показали, что белковые вещества (глиадин, глютеин, альбумин и глобулин) а также углеводы, как крахмал, декстрин, сахара и чистая клетчатка на холоду не окрашивают щелочные растворы. При нагревании же, эти растворы окрашиваются в желтые или желтобурые цвета. При обработке щелочами чистых плодовых оболочек на холоду, они окрашиваются в интенсивно желтый цвет, переходящий через некоторое время в раствор. При выборе щелочи мы остановились на едком калие, как дающим наилучший эффект. Исследуя действия водных растворов едкого калия разных концентраций на пшеничную муку без нагревания, нами замечено было, что раствор окрашивается в желтый с красноватым оттенком цвет. Степень окраски резко возрастает от первых сортов к последним. Концентрация щелочи при этом имеет большое значение; уже полупроцентная водная щелочь вызывает такое сильное разбухание крахмала в муке, что фильтрование такого раствора становится невозможным. Более слабые водные растворы едкого калия фильтруются крайне медленно, не до конца и фильтрат получается мутным. Достигнуть прозрачности таких растворов можно только многократным фильтрованием. При нагревании раствора муть исчезает, появляясь вновь при охлаждении, однако, вследствие изменения концентрации раствора от испарения

и изменения интенсивности окраски от нагревания, нами далее нагревание растворов не применялось. В щелочных водных вытяжках замечено было первые три дня после их приготовления некоторые весьма незначительные изменения характера окраски в сторону усиления красноватого оттенка, после чего уже окраска сохранялась неопределенно долгое время; так в растворе простоявшем около 8-ми месяцев, не замечено было никакого изменения окраски. При этом нужно заметить, что каротиновые пигменты не растворяются в щелочах и почти нерастворимы в разбавленном спирте, почему их значение ничтожно. Желая создать среду, с одной стороны препятствующую разбуханию крахмала от действия щелочей и тем самым способствующую быстрому фильтрованию, а с другой — позволяющую применять едкий калий в более сильной концентрации для получения совершенно прозрачных фильтратов, чего слабые концентрации не дают, нами водный щелочной раствор был заменен спиртовым. Подбирая концентрации, как щелочи так и спирта мы остановились на растворе:  $4\frac{1}{2}$  гр. едкого калия в 100 куб. см. 80° спирта дающим при обработке муки наиболее сильное окрашивание, совершенно прозрачный раствор и очень быстрое фильтрование до конца. При обработке муки таким раствором большая часть едкого калия вступает в реакцию; так титрованием фильтрата, полученного после получасового настаивания (один гр. муки на  $7\frac{1}{2}$  куб. см.) раствора обнаружено было всего 1,8% свободной щелочи. При этих условиях все белковые вещества переходят в раствор. Приготовленные на таком растворе мучные вытяжки настолько сильно окрашены даже в первых сортах и при этом разница в силе окраски между первым и последним сортом муки настолько значительна, что является возможным разделить этот интервал на большое количество цветных промежутков, различимых даже в простейшей форме колориметра — наборе несслеровских цилиндров. Благодаря своей устойчивости в цвете такой раствор может быть применен и в качестве стандартного раствора.

Для колориметрических сравнений щелочных вытяжек исследуемых продуктов можно пользоваться или таким естественным стандартным раствором или же искусственным приготовленным из растворов цветных солей.

### Приготовление естественного стандартного раствора.

Берется чистая стандартная пшеница, не содержащая посторонних примесей, известной зольности и измельчается до состояния тонкой муки 60 гр. полученной муки обрабатывается 300 куб. см. раствора ( $4\frac{1}{2}$  едкого калия в 100 куб. см. 80° спирта), тщательно перемешивается во избежание образования комьев и оставляется стоять закрытым при комнатной температуре на  $\frac{1}{2}$  часа<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Для полного извлечения красящих веществ необходимо более продолжительное время настаивания.

Раствор время от времени перемешивается (жидкость не должна соприкасаться с корковой пробкой), затем отфильтровывается через плотный бумажный складчатый фильтр, прикрыв воронку часовым стеклом. Первую порцию сливают на тот же фильтр. 200 куб. см. полученного фильтрата разбавляют 80% спиртом до 300 куб. см. во избежание образования кристаллов на стенках стекла. Полученный совершенно прозрачный раствор готов для колориметрических сравнений. Такой стандартный раствор, как указано выше, приобретает через 3—4 дня слегка красноватый оттенок, что несколько затрудняет сравнение со свежеприготовленными вытяжками.

### Приготовление искусственного стандартного раствора.

Щелочно спиртовая мучная вытяжка имеет окраску состоящую из 2-х основных цветов: желтого и красного с присутствием синеватого оттенка. Желтый цвет, сочетаясь с синим, придает раствору зеленоватый оттенок. При этом нужно заметить, что синий подавляет красный. Подбирая отдельные цвета растворов разных минеральных солей для составления сложного цвета мучной вытяжки, наиболее подходящими по цвету оказались:

- 1) желтый цвет — двуххромокалиевая соль,
- 2) желтый с красноватым оттенком — двуххромокалиевая соль на буферной смеси,
- 3) красный — марганцевокалиевая соль,
- 4) розовый — хлористый кобальт,
- 5) синий — серномедная соль.

Растворы других солей, никелевых, ванадиевых и друг. менее подходят для этой цели. Очень близким по цвету оказалось сочетание растворов двуххромокалиевой, марганцевокалиевой и серномедной солей. Однако сложность подбора подходящей окраски по трем цветам, а также неустойчивость марганцевокалиевой соли при долгом стоянии, заставили нас отказаться от такого сочетания солей. Дальнейшие наблюдения показали, что путем сочетания только 2-х основных цветов желтого и красного, можно подобрать цвет раствора практически пригодного для колориметрических сравнений с щелочными вытяжками. Для приготовления исходных растворов мы брали водные растворы двуххромокалиевой соли и хлористого кобальта ( $\text{Co Cl}_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ). Эти два раствора смешиваются и разбавляются водой в такой пропорции, что бы характер и интенсивность окраски смеси совпали с окраской свежее приготовленной (в течение получаса) щелочной вытяжки из пшеницы, как указано выше. Зольность этой пшеницы должна быть известна. Количество двуххромокалиевой соли, хлористого кобальта и воды в гр. гр., пошедших на изготовление стандартного раствора, является цветовым числом — характеризующим щелочную вытяжку пшеницы или муки.

### Приготовление стандартных колориметрических трубок.

Для приготовления стандартной цветной шкалы мы пользовались набором трубок одинакового диаметра из безцветного стекла (несслеровские цилиндры). Во избежание приготовления большого количества стандартных трубок, мы пользовались методом сложения трубок с цветными растворами в 2-х рядном компораторе Walpole'a, как это будет подробно указано ниже. В виду того, что интенсивность окраски щелочных вытяжек между крайними сортами муки довольно значительная и может быть разбита на большое количество ясноразличимых ступеней, приготовление раствора для цветной шкалы можно произвести по методу прямого разбавления, связавши интенсивность окраски для удобства с зольностью. Мы строили шкалу таким образом, чтобы каждая последующая ступень отличалась от предыдущей по интенсивности окраски соответствующей приблизительно  $\frac{1}{10}\%$  зольности данной пшеницы. Так напр. если бы зольность зерна была равна 2,00% то потребовалось бы для шкалы 20 трубок, для зольности 1,8% потребовалось бы 18 трубок. Если бы цифра зольности имела сотые доли, то раствор необходимо было бы разбавить водою таким образом, чтобы получилось целое число трубок с интервалом в 0,1 зольности, напр. при зольности 2,5 каждые 100 куб. см. раствора следует довести водою до  $\frac{2,05}{2} \times 100 = 102,5$  куб. см. для такого раствора потребовалось бы 20 трубок. Интервалы между трубками можно брать и другие в зависимости от желаемой точности работы, не переходя границы возможности сравнений. Разведение стандартного раствора производим таким образом: трубка № 1 — 1 куб. см. раствора и 19 куб. см. воды; трубка № 2 — 2 куб. см. раствора и 18 куб. см. воды и т. д. Номер трубки в таком случае будет указывать на процент золы в муке. Для растворов показывающих по окраске сотые доли зольности, мы готовили еще 3 дополнительные пробные трубки, интенсивность окраски которых соответствовала бы 0,75; 0,5 и 0,25 раствора трубки № 1 или зольности 0,075%; 0,050 и 0,025%. Можно однако ограничиться для определений только слабыми окрасками первой половины шкалы, являющимися более четкими при сравнении.

Кроме метода прямого разведения можно применить метод основанный на законе Фехнера, который говорит, что ряд разведенный по принципу 1,0 ; 0,9 ; 0,8 и т. д. никоим образом не будут производить впечатление ряда одинакового удаленных друг от друга ступеней. Между 1,0 ; 0,9 ; 0,8 различия незначительны; зато между 0,3 ; 0,2 ; 0,1 образуются слишком большие переходы. Для получения одинаковых расстояний мы должны ступени между интенсивно окрашенными трубками увеличить, а между слабо окрашенными уменьшить т. е. построить логарифмическую шкалу по числам равным логарифмам от 1,0 ; 0,9 ; 0,8 и т. д. и принять наибольшее из них за едини-



пу; таковыми числами окажутся 1,00 ; 0,79 ; 0,63 ; 0,50 ; 0,40 ; 0,32 ; 0,25 ; 0,16 ; 0,125 и 0,100, если вставить 10 ступеней между 0,1 и 0,01 то получим те же числа только в 10 раз уменьшенные. Данные величины делят непрерывный ряд на одинаково отстоящие для нашего восприятия отрезки. Нам необходимы не отрезки, а точки, т. е. определенные цвета. Их мы можем получить как среднее каждого данного отрезка ряда. Соответствующие им числа суть средние геометрические двух граничных чисел. Мы получим таким образом следующий ряд: 89 ; 71 ; 56 ; 45 ; 36 ; 28 ; 22 ; 18 ; 14 ; 11 ; 8,9 ; 5,6 и т. д.

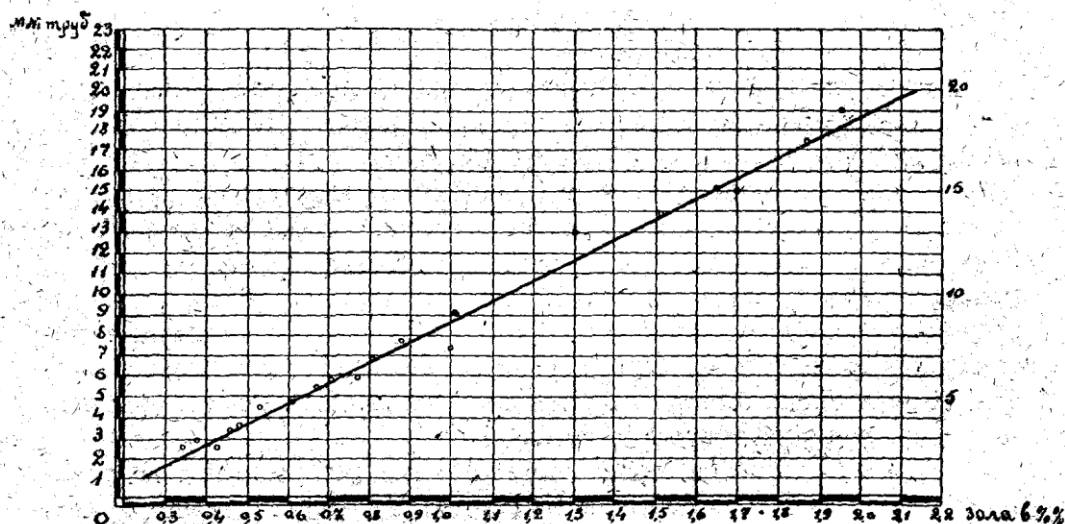
### Ход анализа.

2 гр. муки или тщательно измельченного продукта помещают в сухую пробирку диам. около 20 м/м прибавляют туда точно 15 кб. см. щелочного раствора ( $4\frac{1}{2}$  гр. едкого калия в 100 кб. см. 80 градусного спирта) тщательно перемешивают и оставляют стоять прикрывши пробирку  $\frac{1}{2}$  часа, время от времени перемешивая раствор. Затем смесь фильтруют через плотный бумажный складчатый фильтр, прикрыв воронку часовым стеклом, в сухую колориметрическую трубку одинакового диаметра со стандартной. Если бы, вследствие недостаточной плотности фильтра, первая порция фильтра оказалась мутной, то ее сливают обратно на тот же фильтр. Полученный раствор готов для колориметрических сравнений.

Сравнение образцов производим в компораторе Walpolea пользуясь при этом только белым матовым стеклом. Исследуемый образец ставим в переднее среднее гнездо компоратора, а в 2 боковых — ближайšie по цвету штандартные трубки более сильную влево, а более слабую вправо. В 3 задние гнезда помещаем трубки с водою. Если окраска испытуемого образца не совпадает точно с одной из этих штандартных трубок, то уравниваем цвет, помещая позади более слабой из них вместо трубки с водою одну из дробных трубок. В случае несовпадения окраски промежуточное число определяется интерполированием на глаз. Для окончательной проверки правильности подбора цвета можно еще правую пару трубок поменять местами со средней парой, если и в этом случае получится полное совпадение то считать цвет окончательно установленным. Подсчет зольности по цвету ведется таким образом: напр. получено сочетание трубок № 5 и дробной 0,025 то зольность образца будет  $0,5 + 0,025 = 0,525\%$ . Интерполированием на глаз уточняем сотые доли. Однако определение с такой большой точностью требуют известного навыка. В случае пользования только слабоокрашенными, напр. первыми 10-ю штандартными трубками, разница в силе окраски которых наиболее явственно и четко различима, более темные вытяжки исследуемых образцов следует разбавлять 80 % спиртом, точно учитывая при этом разбавление. В случаях, если не требуется большая точность определе-

ния и цвет исследуемых вытяжек будет выходить за пределы шкалы, можно при сравнениях пользоваться сочетанием основных стандартных трубок, суммируя их показания.

Укажем еще на продолжительность одного определения качества муки по окраске щелочных вытяжек: для этого тратится время: на одно взвешивание, на получасовое настаивание, 5-минутное фильтрование и несколько минут на колориметрическое сравнение, а всего примерно около 45 минут. Метод не требует дорого стоящего оборудования, очень прост и позволяет одновременно производить целую серию определений. Метод этот пригоден также и для определения качества ржаной муки.



Зависимость между окраской вытяжек и содержанием зольности различных сортов муки пшениц Одесского района приводим в диаграмме. Как видно из диаграммы кривые интенсивности окраски и зольности мук связаны между собою и образуют приблизительно прямую.

Такие испытания однако были нами проведены над сравнительно небольшим количеством образцов муки и только из пшеницы одного района, почему метод требует еще массовой дополнительной проверки.

### Заключение:

1) Коричневый цвет зерновых оболочек пшеницы объясняется присутствием каротиновых и других красящих пигментов. К последним можно отнести вещества, образовавшиеся в результате совокупного действия окислительных ферментов — тирозиназы и глютеназы.

2) Водные мучные вытяжки окрашены в красноватобурый цвет не различимы в первых сортах и значительно усиливающиеся в последних.

3) От действия щелочей на водные вытяжки красноватобурый цвет их переходит в желтый. От избытка прибавленной кислоты раствор приобретает первоначальный цвет.

4) Спиртово щелочные мучные вытяжки приготовленные на холоду окрашены в желтый с красноватым оттенком цвет. Углеводы и белковые вещества зерна при тех же условиях окрашивания не дают.

5) Значительный интервал в окраске щелочных вытяжек между крайними сортами муки позволяет пользоваться при определениях простейшей формой колориметра.

6) От действия раствора ( $4\frac{1}{2}$  гр. едкого калия в 100 куб. см. 80% спирта) на муку получается быстро фильтрующаяся и совершенно прозрачная вытяжка, годная для колориметрических сравнений.

7) Степень окраски вытяжки связана и зависит от количества отрубянистых частиц, а следовательно по интенсивности окраски вытяжек можно судить о качестве помола.

8) Качество пшеницы и муки из нее можно характеризовать цифровым выражением — (количеством гр. гр. цветных солей стандартного раствора) — цветовым числом щелочной вытяжки.

9) Стойкость окраски спиртово-щелочной вытяжки позволяет пользоваться ею как стандартным раствором.

10) Подбором растворов цветных солей можно составить искусственный стандартный раствор по цвету сходный с щелочной мучной вытяжкой.

11) Продолжительность одного определения, включая сюда и полчасовое настаивание, составляет около 45 минут.

#### Литература.

1. Seidel: Zeitschr. f. d. ges. Mühlenw 1924.
2. Neumann: Brotgetreide und Brot, 2. Aufl. 1922.
3. Maurizio: Nahrungsmitt. aus Getreide. 2. Aufl. 1924.
4. Mohs: Mehchemie 1927.
5. Bailey: The chemistry of wheat flour 1925.
6. Monier—Williams: Report to the Local Govern. Board by Monier—Williams on the nature of the coloring matter of flour.
7. Willstaetter u. Mieg: Bureau of chem u. S. Depart of Agric Bull 137, 144—48.
8. Bertrand and Muttermilch. 1907 a. „Sur l'existence d'une tyrosinase dans le sonle froment Compt. rend 144. 1285—1288.
9. Bertrand and Mettermilch 1907 a: Sur le phenomene de la coloration du pau brs. Compt. rend. 144. 1444—1446.
10. Calendoli: Красочная реакция муки. (На итальянск. яз.) Ann. Fg (Rome) 1918.
11. Berliner und Koopmann: Zeitschr f. d. ges. Mühlenw 1928, H. 3.
12. Winton: U. S. Depart. of Agric. Bur chem. Bull. 137, 144—48.
13. В. Оствальд. Цветоведение 1926 г.



## Расчет силосов по способу инженера Зофа.

Статья инж. А. Лий.

Уравнение кривой единичных боковых давлений, как известно выражается формулой

$$p = \frac{\gamma}{m} (1 - e^{-mx}) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \text{ где } m = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \frac{u}{F} \quad (1)$$

причем  $\varphi$  и  $\varphi_1$  углы трения зерна по зерну и зерна о стенку силоса, а  $u$  и  $F$  соответственно периметр и площадь его поперечного сечения.

Это давление  $P$  достигает наибольшей величины  $P_{\max}$  которую мы получим, положив в уравнении (1)  $x = \infty$ . Тогда будет

$$P_{\max} = \frac{\gamma}{m} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{\gamma}{\operatorname{tg} \varphi_1 F}$$

Хотя теоретически  $P_{\max}$  получается на бесконечно большой глубине, но для практических расчетов можно принять, что  $P_{\max}$  достигается значительно раньше, имея в виду, что кривая единичных боковых давлений  $P$  весьма близко подходит к своей асимптоте, определяемой величиной  $P_{\max}$ . Кроме того, считаясь с тем, что толщина стенки силоса на уровне  $X$  равна 0, фактически не может быть сделана равной нулю, несмотря на то, что боковое давление  $P$  равно нулю. Поэтому целесообразно в тех случаях, когда желательно сделать стенки силосов постепенно возрастающей прочности, заменить кривую боковых давлений некоторой касательной линией и ее асимптотой. Последние могут быть построены по способу инженера Зофа, совершенно самостоятельно.

Рассмотрим соображения, которые легли в основание этого способа. Для этого проведем касательную кривой единичных боковых давлений и найдем выражение тангенса угла касательной с осью  $X$ . Именно:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dp}{dx} = \gamma e^{-mx} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Рассмотрим касательную в точке 0 для значения  $X$ , равной нулю.

Тогда

$$\operatorname{tg} \alpha = \gamma^2 \operatorname{tg} \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right).$$

Эта касательная представляет собою прямую изменения бокового давления для жидкости плотности  $\gamma$ . В самом деле для любой точки на касательной находим

$$p' = x \operatorname{tg} \alpha = \gamma \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad \dots \dots \dots (2)$$

Это же давление будет и для случая давления земли на подпорную стенку, когда трение сыпучего вещества о стенку не принято во внимание.

Касательная пересекается с асимптотой  $P_{\max}$  в точке D, на глубине  $h_D$ . Эта глубина может быть определена из уравнения (второго) подстановкой

$$p' = P_{\max} \text{ и } x = h_D,$$

или непосредственно из чертежа:

$$h_D = \frac{P_{\max}}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{P_{\max}}{\gamma + \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)} = \frac{1}{m}.$$

Если теперь провести касательную к кривой единичных боковых давлений в точке, лежащей на глубине  $h_D$  и найти ее пересечение с осью OP и с асимптотой, то получим следующие результаты:

$$\text{при } x = h_D \quad \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{x}{e} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad \text{отрезок } Bc = h_D + \frac{ZD}{\operatorname{tg} \alpha_z}$$

в свою очередь

$$\begin{aligned} ZD = P_{\max} - PD &= \frac{\gamma}{m} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - \frac{\gamma}{m} \left( 1 - \frac{1}{e} \right) \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \\ &= \frac{\gamma}{me} \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{1}{m} \operatorname{tg} \alpha_z \end{aligned}$$

тогда

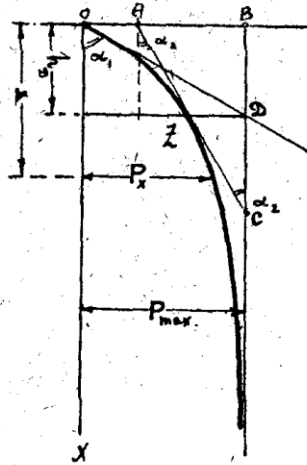
$$BC = \frac{1}{m} + \frac{1}{m} = \frac{2}{m} = 2h_D$$

Отрезок OA равно OB — AB равно

$$= P_{\max} - 2h_D \operatorname{tg} \alpha_z = P_{\max} - \frac{2P_{\max}}{e} = P_{\max} \left( 1 - \frac{2}{e} \right) = 0,264 P_{\max}.$$

На основании изложенного приходим к следующему построению. Проводим оси OX и OP и через точку B на оси OP асимптоту  $P_{\max}$ . Откладываем затем по оси OP отрезок OA равный  $0,264 P_{\max}$  и на

асимптоте отрезок ВС равный  $2h_D$  может быть найдено пересечением с прямой единичных давлений сыпучего вещества на подпорную стенку или вычислено по формуле



$$h_D = \frac{P_{\max}}{\gamma \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)}$$

Для глубин больших  $BC$  равных  $= 2h_D$  давление в силосе принимается равным  $P_{\max}$ . Таким образом кривая единичных боковых давлений заменяется касательной  $AC$  и асимптотой  $P_{\max}$ .

В журнале „Die Mühle“ № 36, 8 Sept. 1927 г. находим расчет по способу инж. Зофа, силоса размером  $4 \times 4$  м., произведенный инженером Albert'ом Hevse. Этот расчет излагается в переводе без изменений. Он произведен для пшеницы:

$$\gamma = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; \varphi = 26^\circ; \varphi' = 18^\circ;$$

$$u = 4 \times 4 = 16 \text{ m}, F = 4 \times 4 = 16 \text{ m}^2.$$

Расчет стен силосов для 1 мт. по высоте

$$P_{s_{\max}} = \frac{800}{\operatorname{tg} 18^\circ} \frac{16}{10} = \frac{800}{0,325} = \sim 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

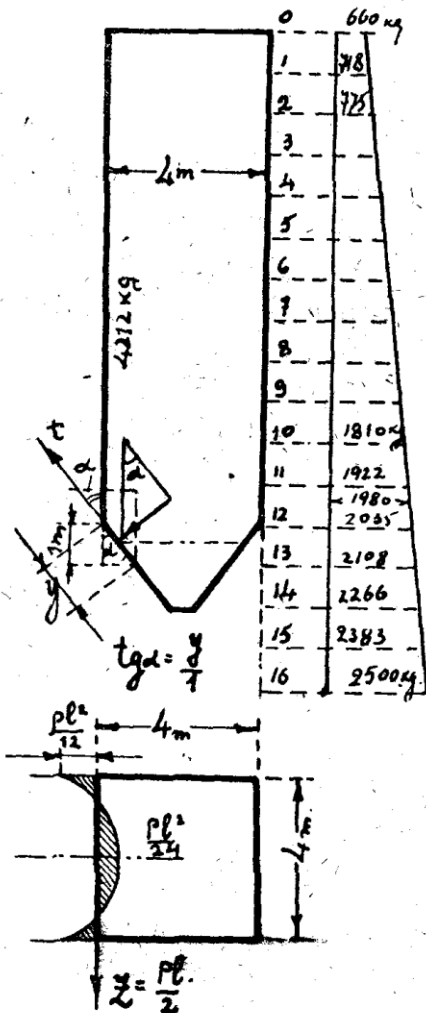
$$h_{\max} = \frac{2 \times 2500}{800 \cdot \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{25^\circ}{2} \right)} \cong 16 \text{ mт.}$$

Изменения боковых давлений по высоте может быть определено аналитически и графически, находим

$$P_{s_0} = 0,264 \times P_{s_{\max}} = 2500 \times 0,264 = 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Для определения изгибающего момента предположим, что соседний силос пуст. Для квадратного силоса имеем момент в середине  $+M_m = \frac{Pl^3}{24}$  в опорах  $-M = \frac{Pl^3}{12}$  и кроме того растягивающую си-

лу  $Z = \frac{Pl}{2}$ . Для определений давления через 1 метр по высоте находим



$$Ps(1) = 0,264 \times 2500 \left( 2,78 \frac{1}{16} + 1 \right) \cong 775 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2};$$

$$Ps(\text{сред.}) = \frac{660 + 775}{2} = 718 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$u + M_m = \frac{718 \cdot 4^2}{24} = \sim 480 \text{ kg.m}; -M_c = \frac{718 \cdot 4^2}{12} = 960 \text{ kg.m};$$

$$Z = \frac{718 \cdot 4}{2} = 1436 \text{ kg.}$$

Для определения размеров

$$\frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{40}{1000} \text{ будет } h = 0,39\sqrt{480} + 15 \cong 10 \text{ см.}$$

$$F_e = 0,293\sqrt{480} = 6,45 \text{ см}^2$$

$$\text{и вследствие растяжения } F_e (\text{дополнительно}) = \frac{1436}{1000} = 1,44$$

$$\text{Отсюда } F_e 6,45 + 1,44 \cong 7,9 \text{ см}^2.$$

Такого же сечения круглое железо должно быть поставлено с другой стороны стены в бетоне. В углах стена должна быть двойной толщины и рассчитана на изгибающий момент и продольную силу.

Ps (10) равно  $0,264 \cdot 2500 / 2,78 \cdot 10 / 16 + 1$  равняется 1810 кг. мт.

Ps (11) равно  $0,264 \cdot 2500 / 2,78 \cdot 11 / 16 + 1$  равняется 1922 кг. мт.

Ps (12) равно  $0,264 \cdot 2500 / 2,78 \cdot 12 / 16 + 1$  равняется 2038 кг. мт.

и откуда

$$P_{sm} = \frac{1810 + 1922}{2} \cong 1864 \text{ kg.m}; M_m = \frac{1864 \times 4^2}{24} \cong 1244 \text{ mkg.}$$

$$-M_s = \frac{1864 \times 4^2}{12} \cong 2488 \text{ kg. m.}; Z = \frac{1864 \times 4}{2} = \sim 3928 \text{ kg.}$$

$$h_m = 0,39\sqrt{1244} + 2 = \sim 16 \text{ см.}; h_s = 2,16 = 32 \text{ см.}$$

$$F_e = 0,293\sqrt{1244} = 10,5 \text{ см}^2 + \text{раст. сила } \frac{3928}{1000} = 3,9 \text{ см}^2.$$

т. о, для  $F = 10,5 + 3,9 = 14,4 \text{ см}^2$  и т. д.

В. Расчет воронки. Было вычислено раньше

$$Ps(12) = 2038 \text{ и } Ps(13) = 2154$$

$$Ps(12 + 13) = \frac{2038 + 2154}{2} = 2096 \text{ kg.m.}$$

тогда давление на дно

$$Psx = \frac{2096}{tg^2 \left( 45^\circ - \frac{26^\circ}{2} \right)} = \frac{2096}{0,39} \cong 5400 \text{ kg.}$$

при угле наклона  $38^\circ$  и при глубине 1 мт., имеем ширину  $X$  равной

$X = 1 \times \operatorname{tg} 38^\circ = 0,78$  и по рисунку имеем

$$y \cos \alpha = 1; y = \frac{1}{\cos 38^\circ} = \frac{1}{0,79} = 1,33 \text{ м.}$$

при ширине  $X$  давление на дно 0,78.5400 равно 4212 клг. мт.

Нормальное давление будет

$$P_{\text{н}} = 4212 \sin 38^\circ - \text{кругло} = 2595 \text{ клг/м}^2$$

При ширине плиты 1,33 мт. будет давление 2595 клг мт<sup>2</sup>., а при ши-

рине 1 мт. найдем  $\frac{1,33}{2595} = \frac{100}{X}$  отсюда получим  $X$  равный 1950 клг.мт.<sup>2</sup>

$$M_m = \frac{1950 \cdot 4^2}{24} = 1300 \text{ км.м.}; h_m = 0,39 \sqrt{1300} + 2 = 16 \text{ см.}$$

$$Z = \frac{1950 \cdot 4}{2} = 3900 \quad F_e = 0,293 \sqrt{1300} = 11 \text{ см}^2$$

$$F_e = \frac{3900}{1000} = 3,9 \text{ см}^2 \text{ все} = 14,9 \text{ см}^2$$

Вертикальная арматура для вертикальной стены на глубине 12 мт.

$$P_{e12} = \frac{2038}{\operatorname{tg}^2 (45^\circ - 13^\circ)} = \frac{2038}{0,38} \approx 5230 \quad Z = \frac{4}{16} \cdot 5230 = 5230$$

$$F_e = \frac{5230}{1000} = 5,23 \text{ см}^2.$$

Что будет 6 смт. 1,1 смт. 5,7 см. Проверим на сцепление

$$F = \frac{5230}{q_0 \times 6 \times 1,1 \times \pi} = \frac{5230}{20,72 \times 90} = \sim 28 \text{ kg.}$$

## Графический метод изучения работы свободно-колеблющихся рассевов.

Проф. В. Я. Гиршсон.

С введением в практику мельничного строительства так называемых самоуравновешивающихся (самобалансирующихся) рассевов вопросу правильной установки их уделяется меньше внимания, чем при монтаже кривошипных рассевов. Причина, отчасти оправдывающая такое отношение к делу, лежит в самоуравновешивании движущихся масс этих рассевов, в каждый данный момент, что практически сводится к отсутствию усилий, расшатывающих здание мельницы. Монтаж свободно-колеблющихся рассевов сводится поэтому обыкновенно только к статической проверке: 1) горизонтальности металлической рамы рассева и 2) правильного подвешивания рамы к четырем опорным подвескам. Эти обычные приемы установки покоя рассева, отнюдь не гарантируют нам правильной работы его в состоянии движения. Работа рассева в движении, в большинстве случаев, совершенно не учитывается никакими реальными техническими показателями. Такое положение недопустимо, — как с точки зрения динамики движения рассева, так и с технической стороны — в смысле просевания.

Графический метод изучения и проверки свободноколеблющихся рассевов, нами предлагаемый, сводится к нижеследующему и основан на таких соображениях.

Из кинематики системы материальных точек нам известно, что „движение тела, при котором всякая прямая линия, произвольно в этом теле взятая, движется параллельно самой себе, называется поступательным; при подобном движении все точки тела описывают равные и параллельные траектории и имеют во всякий произвольный момент равные и параллельные скорости и ускорения“, („Теорет. механика“ проф. Жуковского, стр. 57, изд. 1929 г.).

На основании этого определения механики, мы делаем заключение, что движение кузова \*) рассева — есть движение поступательное.

Отсюда далее заключаем, что любая, избранная нами точка кузова, полностью характеризует движение всякой другой точки кузова, а следовательно и центра тяжести кузова.

\*) Под кузовом рассева будем разумеать всю систему всех рамок обоих корпусов, вместе с железной рамой рассева.

На основании этих предпосылок, прикрепляем к произвольно взятой точке нижней рамы кузова — карандаш и подводим осторожно под его острие на планшете лист бумаги.; на нем карандаш начертит действительную траекторию движения избранной нами точки кузова, а по предыдущему ту же самую траекторию опишет и центр тяжести \*) кузова.

Планшет имеет на себе уровень — для определения горизонтального положения его в момент очерчивания кузовом траектории своего движения; кроме того планшет может поворачиваться около горизонтальной оси, с определением угла наклона планшета к горизонту.

Исследование полученной таким образом диаграммы — траектории движения кузова дает нам ряд ценных практических и теоретических указаний:

1) если при горизонтальности планшета — траектория движения есть не замкнутая кривая, а представляет собою только часть окружности или часть эллипса, то это показывает, что кузов рассева в движении занимает не горизонтальное положение (диаграммы № 3 и № 4). (См. стр. 35).

Поворачиванием планшета около горизонтальной оси можно достигнуть замкнутости (см. диагр. № 5) траектории, причем угол поворота отмечаемый планшетом определит положение наклонной плоскости, в которой происходит в каждый данный момент движение кузова и угол наклона этой плоскости к горизонту.

2) при одинаковой длине тяг и горизонтальности железной рамы рассева в состоянии покоя, негоризонтальное положение кузова в движении показывает несовпадение в одной горизонтальной плоскости центров тяжести кузова и противовесов, что вызывает перекося кузова в движении. Это надо иметь в виду при конструировании рассевов.

3) сравнивая радиусы кривизны действительной траектории описываемой центром тяжести кузова с радиусом окружности по которой теоретически, по формуле, должен двигаться центр тяжести кузова, усматриваем несовпадение этих величин; а так как расстояния между гребешками в ситовых рамках устанавливаются в зависимости от теоретического радиуса колебания, то это обстоятельство указывает на необходимость ввести поправку на расстояние между гребешками, что надо иметь ввиду при конструировании рассева.

Зная вес, а следовательно и массу кузова и зная действительную траекторию движения центра тяжести кузова, мы можем определить действительное ускорение центра тяжести кузова, при его равномерном \*\*) движении по своей действительной криволинейной траектории.

\*) Во всех дальнейших рассуждениях будем различать три центра тяжести: центр тяжести кузова, центр тяжести противовесов и центр тяжести общий всей системы.

\*\*) Все авторы в России и за-границей считали до сих пор это движение равномерным; по целому ряду обстоятельств мы полагаем, что движение это будет строго говоря переменным, что мы надеемся доказать экспериментальным путем, конструируя в

Обозначая это ускорение (благодаря предпосылке о равномерности движения — центростремительное) через  $j$  имеем:

$$j = \frac{v^2}{\rho} \text{ где } v = \text{средняя постоянная окруж. скорость центра тяжести кузова при своем движении по его траектории.}$$

$\rho$  = действительный радиус кривизны этой траектории в каждой данной ее точке.

Отсюда определяется действительная величина силы действующей на центр тяжести

Траектории движения центров тяжести кузовов при нормальных колебаниях расцева. Сост. А. Г. К.

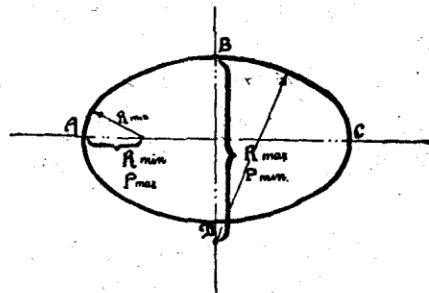
кузова в каждой данной точке его траектории  $P = m \cdot j = m \frac{v^2}{\rho}$ .

Сравнивая действительную величину силы  $P$  с теоретической (когда  $\rho$  в частном случае есть радиус окружности), получаем ряд ценных указаний, не могущих быть совершенно учтенными даже, при теоретическом предварительном расчете расцева.

Как мы увидим сейчас эти поправки надо учесть при конструировании деталей расцева.

Нами был испытан расцев, вес кузова (обоих корпусов) которого оказался равным 1623 клг., следовательно его масса  $m = \frac{1623}{9,81} = 165$ .

Выпрямленная длина эллипса (а не окружности), описываемая в действительности центром тяжести кузова (см. диаграмму № 1, снятую нами с натуры), равна 290 м/м = 0,29 мтр., тогда:



$$v = \frac{0,29 \times 210^*}{60} = 1,01 \text{ мтр./сек.}$$

$$\rho_{\max} = 82 \text{ м/м} = 0,082 \text{ мтр.}$$

$$\rho_{\min} = 35 \text{ м/м} = 0,035 \text{ мтр.}$$

$$P_{\min} = \frac{v^2}{\rho_{\max}} = 165 \cdot \frac{1,01}{0,082} = 2032 \text{ клг.}$$

$$P_{\max} = \frac{v^2}{\rho_{\min}} = 165 \cdot \frac{1,01}{0,035} = 4808 \text{ клг.}$$

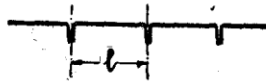
настоящее время для этого специальный прибор. Если же движение окажется переменным, то для получения полного ускорения надо принять во внимание кроме центрального еще и тангенциальное ускорение. Затруднительность этой задачи лежит в ничтожной величине (около  $\frac{1}{3}$  сек.) времени затрачиваемой на одно колебание кузова.

\*) Число оборотов валика расцева было в это время равно 210 в минуту. (Расцев системы Бюлера с раздвиг. противовесами).



Отсюда следует, что прочные размеры деталей рассева надо рассчитывать на максимальную величину  $P_{\max}$  (к тому же периодически меняющаяся от 2032 до 4808 клг.), а по теоретическому расчету была бы принята какая то средняя величина для  $P$ , и мы неминуемо впали бы в ошибку.

Кроме того из снятой диаграммы траектории можно установить, что большая полуось эллипса = 49 м/м, а меньшая = 42 м/м. Указанные размеры полуосей дают нам возможность проверить — соответствуют ли расстояния между гребешками этим размерам, (а именно, они должны быть меньше меньшей полуоси эллипса, дабы гребешки могли передвигать продукт)



т. е.  $l$  должно быть меньше 42 м/м.

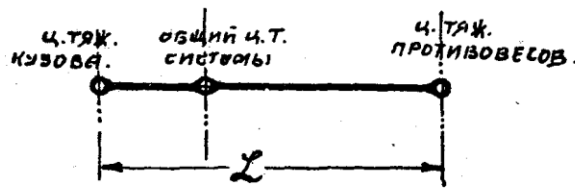
Таким образом исследование снятой с натуры диаграммы и следствия отсюда сделанные дают нам решения вопросов конструктивного значения.

Особенно ценные указания можно получить из диаграмм движения, снимаемых предлагаемым нами способом, при изучении величины и направления равнодействующей тех внешних сил, под влиянием которых может находится общий центр тяжести всей системы. Величину равнодействующей всех этих внешних сил мы не можем полностью теоретически определить, предлагаемый же способ дает нам это решение.

Для большей ясности напомним, что теоретически движение кузова самобалансного рассева есть следствие такого основного положения динамики:

„Центр тяжести свободной системы, на которую не действуют внешние силы — находится в покое или движется прямолинейно и равномерно по закону инерции\*), если он обладал какой-либо начальной скоростью“.

А потому, если мы заставим центр тяжести противовесов вращаться вокруг общего центра тяжести всей системы (система состоит из центра тяжести кузова и центра тяжести противовесов, лежащих на одной прямой неизменной длины), то и центр тяжести кузова начнет вращаться вокруг этого общего центра тяжести всей системы.



Общий центр тяжести всегда делит расстояние  $L$  на части обратно пропорциональные массам кузова и противовесов, а потому как только кузов в работе стал (от продукта) тяжелее или легче — общий центр тяжести системы передвигается влево или вправо и самоуравновешивание в каждый данный момент не нарушается.

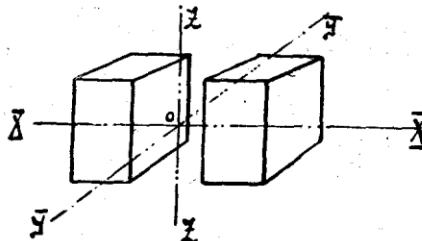
\*) Последнее движение — с начальной скоростью в нашем случае невозможно, поэтому рассмотрению подлежит случай неподвижности центра тяжести.

Посмотрим теперь насколько так назыв. самобалансирующийся рассев удовлетворяет вышеприведенному закону сохранения центра тяжести системы:

1) Во первых в механике система назыв. свободной, если ей доступны 3 возможные поступательные перемещения по трем взаимно перпендикулярным координатным осям и 3 возможных вращательные перемещения вокруг тех же осей.

Если представить себе 3 взаимно перпендикулярные координатные оси с началом  $O$  координат в центре тяжести кузова, то легко убедиться, что поступательное движение по оси  $X^{ov}$  и оси  $Y^{ov}$  ничем не стеснено, по оси  $Z^{ov}$  вверх тоже не стеснено, а недоступно кузову только поступательное движение по оси  $Z^{ov}$  вниз.

Что-же касается возможных вращательных движений, то кузов может вращаться вокруг всех трех координатных осей  $X^{ov}$ ,  $Y^{ov}$  и  $Z^{ov}$ .



Отсюда следует, что рассев представляет собою систему  $5\frac{1}{2}$  степенями свободы, в то время как совершенно свободная система обладает 6 степенями свободы; таким образом с полным основанием рассев можно считать почти свободной системой.

2) Если обратиться ко второму признаку — отсутствию действия внешних сил на рассев, то в этом отношении надо признать рассев как систему, на которую при нормальных условиях работы — действуют очень незначительные внешние силы как-то: восстанавливающая сила тяжести, сопротивление воздуха и проч., которые точно учесть расчетом заранее не представляется возможным.

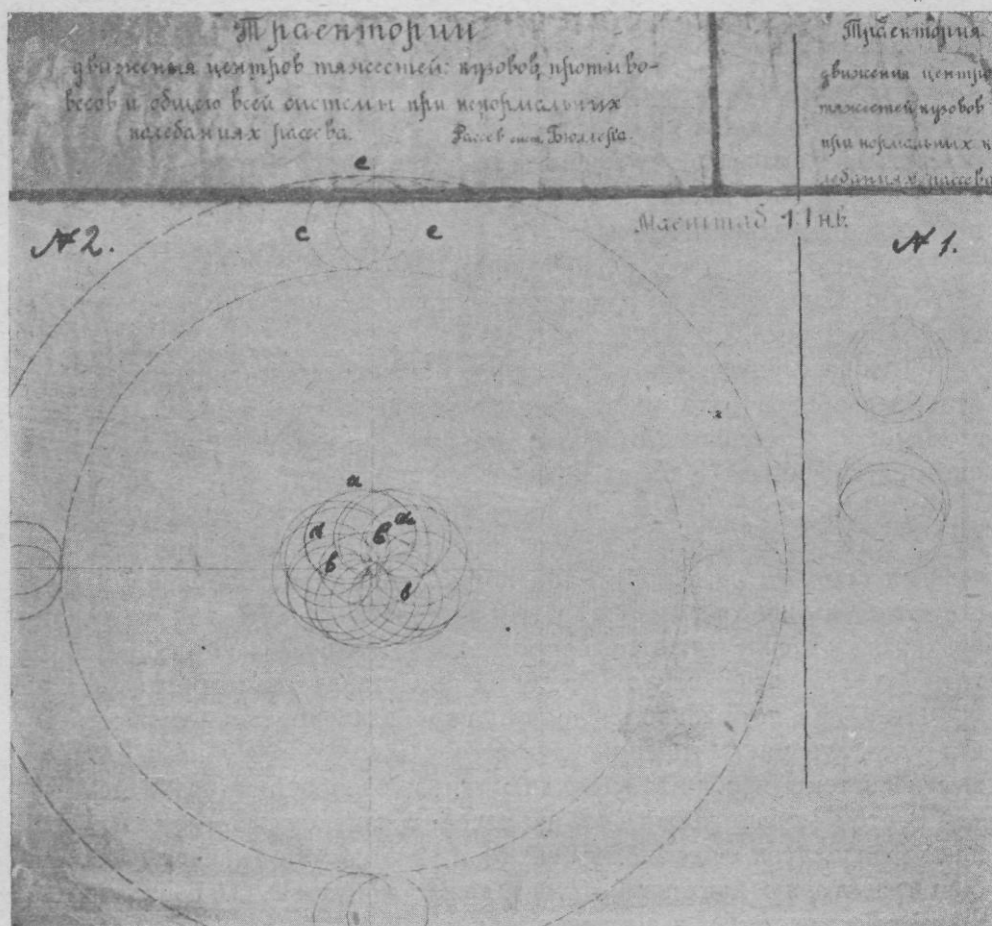
Итак, при нормальных условиях, самобалансирующийся рассев почти удовлетворяет вышеприведенному закону сохранения центра тяжести системы и общий центр тяжести должен оставаться в покое.

В этом можно убедиться из рассмотрения диаграмм траектории движения центра тяжести кузова № 1, где эллипс представляет собою траекторию движения центра тяжести кузова. Общий центр тяжести системы неподвижен в каждый данный момент, а центр тяжести противовесов вокруг этого общего центра тяжести системы описывает кривую подобную траектории центра тяжести кузова в увеличенном масштабе в зависимости от неизменяемой длины „L“.

Чем больше влияние внешних сил, действующих на нашу систему, тем больше траектория движения общего центра тяжести будет отходить от геометрической точки и при заметном увеличении величины внешних сил общий центр тяжести системы начнет описывать самостоятельную траекторию, причем вокруг отдельных точек этой траектории центр тяжести кузова будет описывать свою траекторию, (а — а — а на диагр. № 2 а) центр тяжести противовесов

кривую ей подобную. (с—с—с на диагр. № 2.) Наконец могут наступить исключительные случаи, когда действительное отклонение траектории движения общего центра тяжести рассева от теоретического (геометрич. точка), достигнет большого радиуса.

Как на пример такого отклонения можно указать на необычный случай зарегистрированный нами (при пропуске нами одной мельницы) диаграммы рассева сист. Бюлера № 2.



Изучая эту диаграмму, мы усматриваем:

1) Что траектория центра тяжести кузова представляет собою непрерывную кривую — в виде ряда неправильных эллипсов (а—а—а).

2) Что полуоси этих эллипсов равны: большая 55 м/м, а меньшая 45 м/м — по направлению наименьшего отклонения общего центра тяжести системы от центра эллипса им описываемого и что полуоси этих эллипсов почти одинаковы (окружность радиусом  $47\frac{1}{2}$  м/м) — по направлению наибольшего отклонения общего центра тяжести системы от центра эллипса им описываемого.

3) Что центр каждого эллипса, описываемого центром тяжести кузова — есть очевидно по предыдущему общий центр тяжести всей системы — в каждый данный момент.

4) Что геометрическое место центров этих эллипсов дает нам траекторию движения общего центра тяжести всей системы, которая представляет собою кривую близкую тоже к эллипсу, полуоси которого равны 52 и 36 м/м (в—в—в).

5) Что полный период колебания (время затрачиваемое на одно полное колебание общего центра тяжести — по своей траектории (эллипс с полуосями 52 и 36 м/м), на основании произведенного нами измерения, равнялся 3,5 секунд.

6) Что ускорение движущей, общий центр тяжести системы, силы всегда направлено при криволинейном движении в сторону вогнутости траектории, а величина его, при равномерном движении по всякой кривой будет равна:

$$j = \frac{v^2}{R}$$

где  $V$  = средняя постоянная окруж. скорость общего центра тяжести системы при своем движении по его траектории.

$R$  = действительный радиус кривизны этой траектории в каждой данной ее точке:

Радиус кривизны  $R_{\min} = 28 \text{ м/м} = 0,028 \text{ мтр.}$

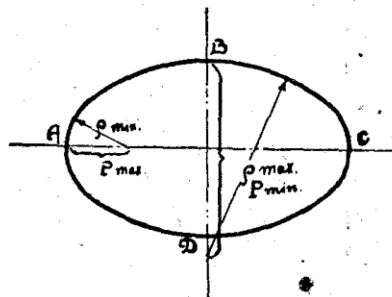
„ „ „  $R_{\max} = 72 \text{ м/м} = 0,072 \text{ мтр.}$

Длина выпрямленного эллипса = 0,28 мтр.

Тогда:

$$V = \frac{0,280}{3,5} = 0,08 \text{ мтр/сек.}$$

$$j_{\max} = \frac{V^2}{R_{\min}} = \frac{0,08^2}{0,028} = 0,228$$



Силы действующие в вершинах эллипса соотв. наибольшему отклонению от центра:

$$P_{\max}^*) = m \cdot j_{\max} = \frac{1769}{9,81} \times 0,228 = 41 \text{ клг.}$$

Силы действующие в вершинах эллипса, соотв. наименьшему отклонению от центра:

$$P_{\min} = m \cdot j_{\min} = \frac{1769}{9,81} \cdot \frac{V^2}{R_{\max}} = \frac{1769}{9,81} \cdot 0,089 = 16 \text{ клгр.}$$

Таким образом, предлагаемый графический метод, дал нам возможность определить в нашем случае равнодействующую всех

<sup>1)</sup> Вес всей системы был равен: весу кузова + вес противовесов = 1623 кгр. + 146 кгр. = 1769 кгр.; а масса  $m = \frac{1769}{9,81}$

внешних сил, как по величине, так и по направлению, действовавших на нашу систему, причем эта равнодействующая есть периодическая сила, меняющая величину и направление периодически на протяжении каждого колебания системы (от  $\pm 16$  до  $\pm 41$  клгр.).

Итак, мы пришли к такому интересному результату: мы нашли численную величину равнодействующей каких-то сил, направление ее и определили периодический характер ее действия. Составляющие же этой равнодействующей нам неизвестны, как по измерениям, так и по своей физической природе. О последней мы можем только строить предположения.

Наконец делаем еще одно заключение:

Вся наша система (кузов + противовесы), точнее общий центр тяжести системы ненормально колебались <sup>1)</sup> с некоторой максимально достигаемой амплитудой колебания (полуоси эллипса были равны 52 и 36 м/м).

Это сложное колебание накапливалось не сразу, а постепенно в течение 2—3 часов работы рассева и явилось результатом действия сил разного происхождения: 1) постоянно (на протяжении каждого колебания) — действующей, так назыв. восстанавливающей силы в данном случае — горизонтальной составляющей силы тяжести, стремящейся всегда, как в покое, так и в движении вернуть рассев в среднее равновесное положение и 2) другой какой-то периодической силы, (на протяжении каждого колебания).

Из теории вибраций нам известно, что такая периодически действующая сила назыв. возмущающей силой.

Полный период сложного колебания общего центра тяжести системы, как было указано выше определился (в натуре) в 3,5 секунды, а так как полный период сложного колебания системы, согласно теории вибрации, всегда равен полному периоду возмущающей силы, то из этого следует, что полный период этой возмущающей силы равен периоду в 3,5 секунды.

С другой стороны нами был определен полный период собственного колебания системы, под действием одной восстанавливающей силы — составляющей силы тяжести (в состоянии покоя в системе, но в рабочем положении противовесов <sup>2)</sup>). Из ряда наблюдений нами установлено, что он лежит в пределах от 3 до 4 секунд, в среднем следов. около 3,5 секунд.

Итак период колебания действия восстанавливающей силы был равен периоду возмущающей силы, т.е. мы имели налицо явление именуемое в механике резонансом.

<sup>1)</sup> Теоретически, при ничтожной величине внешних сил, эта амплитуда колебания = 0 к чему мы приближаемся обыкновенно при нормальных колебаниях кузова.

<sup>2)</sup> Для указанной цели противовесы сводились нами в рабочее состояние, связывались веревкой и в таком положении, соответствующем рабочему положению противовесов при движении рассева, определялся этот период колебания системы.

Совпадение периодов создало благоприятную механическую обстановку для все возрастающих амплитуд колебаний, достигших в нашем случае столь больших величин как 52 и 36 м/м (вместо 0).

Как было указано выше, это явление наблюдалось при числе оборотов вертикального валика рассева в 210 в минуту.

Снижая число оборотов постепенно с 210 до 200—190 и наконец до 180 в минуту, явления резонирующих колебаний совершенно прекратились, ибо периоды восстанавливающих и возмущающих сил уже не совпадали.

Таким образом, кроме явления резонанса при малом числе оборотов (при пуске и остановке рассева) исследованном уже всеми авторами, как русскими, так и за-граничными, нами отмечается здесь проявление резонанса при большом числе оборотов ( $n = 210$  в минуту), применяемом иногда для россево.

Отсюда следует, что такое критическое число оборотов недопустимо, что надо иметь в виду при конструировании самобалансирующихся рассево.

Несомненно, что при большем числе оборотов чем 210 в минуту явления резонанса опять прекратятся; но таких опытов мы не производили, опасаясь возможности поломки рассево при дальнейшем увеличении числа оборотов.

Вообще надо отметить, что при системе с 5 степенями свободы, (как было нами указано выше), число возможных резонансов, согласно теории вибраций, тоже должно быть не менее 5.

Резонанс при малом числе оборотов был давно установлен; нами отмечен резонанс при большом числе оборотов. Где лежат числа оборотов соответствующие остальным 3 ненайденным резонансам — дело дальнейших исследований.

Наконец несколько замечаний о самой природе тех возмущающих сил, которые имея общий период с восстанавливающими силами, приводят к накоплению амплитуды колебаний рассева. Они могут быть ничтожны по величине, но благодаря резонансу, вызывают нарастание амплитуды колебаний. Надо иметь ввиду следующие периодические силы, которые могли вызвать те ненормальные колебания, которые мы заметили, а именно:

1) Периодические удары в подвесках железной рамы кузова, при несовпадении плоскости действия, хотя и равных центробежной силы кузова и центробежной силы противовесов.

2) Периодические удары сшивки ремня о приводной вертикальный валик рассева.

3) Периодически меряющиеся сопротивления воздушной среды, вследствие неодинаковой длины и ширины кузова, и несомненно много других сил учесть которые затруднительно.

Даже все вместе они по своей величине не могут вызвать ненормальных колебаний рассева, если нет совпадения периодов колебания их с восстанавливающими силами.

Вот почему надо всегда избегать благоприятной обстановки для проявления резонанса.

На основании всего изложенного, внедрение в практику мельниц предлагаемого графического метода, даст технический критерий для решения ряда вопросов, как в монтажном, так и конструктивном отношениях.

---

## Новый углевод ржаной муки и методы распознавания ржаной и пшеничной муки и их смесей.

Инж. Н. И. Озолин.

Вопрос о количественном определении примеси ржаной муки к пшеничной до сих пор можно считать еще окончательно не разрешенным. Нет более или менее точного и быстрого метода такого определения. Объясняется это отчасти тем, что органические вещества, входящие в состав, как ржаной так и пшеничной муки, по своим химическим свойствам очень близки между собою, а вследствие этого и разработка точного количественного метода очень затруднена. Целый ряд предложенных способов оказался мало надежным или годным лишь для качественного распознавания.

Обычно для простого отличия ржаной муки от пшеничной, применяется метод Н. П. Нейман 1).

Это определение основано на разной скорости протекания жидкости мучных водных болтушек через бумажный фильтр и проводится следующим образом: 10 грамм муки взбалтывают в 100 куб. сант. воды, раствор оставляют стоять при комнатной температуре на 20 минут и фильтруют его через складчатый бумажный фильтр, имеющий верхний диаметр около 10—12 сант. Жидкость ржаной болтушки протекает через фильтр медленнее, чем пшеничной, вследствие того, что в ней имеется больше веществ, закупоривающих поры фильтра. После 30-ти минутного фильтрования получается фильтрата.

Пшеничная мука:	Ржаная мука:
(0—30)—70—80 куб. снт.	(0—30)—30 куб. снт.
(0—70)— —70 " "	(30—60)—20 " "
(0—75)— —65 " "	(60—65)—15 " "
(70—75)— —50 " "	

Ограничиваюсь описанием этого метода простого распознавания ржаной и пшеничной муки. Для количественного определения примеси ржаной муки в пшеничной имеется метод I. Konig'a и Bartschat 2).

Это определение основано на разной растворимости белковых веществ ржи и пшеницы в гипсовой воде. Исследования показали, что в гипсовой воде растворяется 51,5% белков ржаной муки и только 29% пшеничной, т. е. почти в два раза меньше. Некоторое, более



заметное отклонение получается для муки с повышенной кислотностью и для муки, приготовленной из одной твердой пшеницы. Испытуемая мука должна иметь нормальную кислотность. Само определение состоит в следующем: определяют обычным путем по Кельдалю: а) общее количество азота в муке и б) количество азотистых веществ, растворимых в гипсовой воде. Для второго определения берут измельченную и просеянную навеску муки, обрабатывают ее в гипсовой воде в аппарате для перемешивания, отфильтровывают и в части такого фильтрата определяют азот. Умножая количество найденного азота на 6,25 и выражая в % % количество белковых веществ, растворимых в гипсовой воде, по отношению к общему содержанию азотистых веществ в муке, по этим значениям находят, по особой таблице с интерполяционными значениями, содержание ржаной муки в пшеничной. Выполнение этого определения очень длительно и не во всех случаях дает оно правильные результаты. Для наших сортов муки метод не применялся и годность интерполяционной таблицы должна быть проверена.

В связи с открытием и изучением нового углевода, входящего в состав только ржаной муки, вопрос о количественном определении ржаной муки, в смеси с пшеничной получил новое разрешение. Кажется удивительным и непонятным, что этот углевод, находящийся в сравнительно больших количествах в ржаной муке, до последнего времени оказался как-то просмотренным. Выделен был этот углевод из ржаной муки и подробно изучен I. Tillmans'ом H. Holl'ом и L. Jariwala<sup>3)</sup> Изучая белки пшеницы и ржи титровальным методом, они заметили при титровании щелочами спиртовой ржаной вытяжки с тимолфталеном выпадение какого-то осадка, тогда как пшеничная вытяжка, при тех-же условиях оставалась прозрачной, давая лишь очень незначительную мутность. В начале они предполагали, что глиадин ржи состоит из 2-х различных протеинов, при чем, натриевая соль одного из них нерастворима в спирте. Дальнейшие-же исследования показали, что осадок представляет собою натриевую соль нового углевода. Этот углевод выпадает в коллоидном состоянии и плохо фильтруется. Высушенный в вакууме осадок практически не содержит совершенно азота, он вращает плоскость поляризованного луча влево, при нагревании-же соляной кислотой, левовращение значительно усиливается. До гидролиза он не восстанавливает фелинговой жидкости, тогда как после нагревания соляной кислотой, восстанавливает ее сильно. Не — растворим он в 70% спирте; в подкисленной-же воде и в подкисленном 70% спирте — растворим.

С увеличением концентрации спирта растворимость, даже в кислых спиртовых растворах, уменьшается, а в подкисленном спирте выше 95%, осадок совершенно не растворим. Эти свойства растворимости осадка, а также отношение его к поляризованному лучу, показывают, что это не крахмал и не декстрин.

Получен был ими этот углевод следующим образом: 125 грамм ржаной муки, обработанных  $2\frac{1}{2}$  литрами 70% спирта, встряхивались в пробирке в течении 15 минут. Раствор, для оседания твердых частиц оставлялся стоять на ночь. Жидкость на другой день отделялась при помощи сифона, а осадок центрифугировался. Жидкости, полученные при центрифугировании и декантации сливались вместе. Этим раствором обрабатывались таким-же путем новые 125 грамм муки и это повторялось 4 раза. После фильтрования через толстый слой азбеста, получался совершенно чистый раствор. Раствор охлаждался в течении 5-ти минут при 3-х градусах и к нему приливался по каплям едкий натрий, растворенный в 70% спирте, до тех пор, пока смесь жидкости не стала 0,05 N — натриевою щелочью в 70% спирте. На каждый кубический сантиметр раствора было следовательно, прилито 0,05 куб. сант. N — натриевой щелочи в 70% спирте. Смесь оставлялась стоять на 2—3 часа при комнатной температуре и 1—2 дня в леднике. Выпавший осадок отделялся декантацией и растворялся в небольшом количестве воды. Раствор перемешивался с 20% раствором хлорной кислоты до изменения окраски метилоранжа для приведения полисахарида в свободное состояние, при этом образуется хлорно-натриевая соль и свободный полисахарид. Затем прибавлялся к раствору едкий натрий до изменения окраски лакмуса и абсолютный спирт (сначала по каплям) до тех пор, пока не получился спиртовый раствор крепостью 98%; при этом выпал мелкий осадок свободного полисахарида, легко осевший на дно. Хлорно-натриевая соль, как растворимая в крепком спирте, при этих условиях осталась в растворе. Осадок промывался 96% спиртом, высушивался в вакуум сушильном шкафу в течении 1—2 дней и представлял из себя белое кристаллическое вещество с содержанием до 1,2% золы.

Зола представляла из себя смесь хлорной и угленатриевой солей. Результаты анализа этого вещества получились нижеследующие: удельное вращение до инверсии — 43,93% после инверсии — 92,7%; сахара после инверсии 100,2%; углерода 43,38%; водорода 6,43; азота 0,0%; понижение в точке замерзания — 0,348; молекулярный вес 487,9.

Эти данные показывают, что это полисахарид, состоящий из молекул фруктозы, удельное вращение которой после инверсии находится между  $-91^\circ$  и  $-93^\circ$ . Дальнейшие исследования подтвердили, что это кетоза и, кроме того, показали, что молекула этого углевода, для образования сахара должна содержать три остатка фруктозы. Сопоставляя полученные данные молекулярного веса и элементарного анализа с таковыми-же триозы ( $3C_6H_{12}O_6 - 2H_2O$ ) и триозоангидрида ( $3C_6H_{12}O_6 - 3H_2O$ ) найденные числа близко подходят к теоретическим числам триозоангидрида.

На основании всего вышеизложенного, исследователи дали новому веществу формулу  $C_{18}H_{30}O_{15}$  как наиболее вероятную и обозначили его как трифруктозан или трифруктозоангидрид.

Дальнейшие исследования разных видов муки показали, что этот

трифруктозан находится только в ржаной муке; в пшеничной муке его совершенно нет, или имеются незначительные его следы. Другие виды муки, как: кукурузная, рисовая, овсянная, ячменная и др. не содержат этого углевода. Кроме того, как в свежей, так и в разложившейся муке (ржаной), найден он был не измененным.

Вследствии нахождения этого углевода только в ржаной муке, по весу этого углевода, можно определить количество ржаной муки, находящейся в смеси с пшеничной и другими видами муки. Выполнимо это согласно приводимому Tillmans'ом Holl'ма Jariwala методу следующим образом: 5 грамм исследуемой муки обрабатывают 20 куб. сант. 70% спирта встряхиванием смеси в течении 15-ти минут. Раствор затем охлаждают в течении 10-ти минут при 3-х градусах и для того, чтобы выпавший белок смешался с мучными частицами, жидкость перемешивают хорошо палочкой. Совершенно прозрачная жидкость, после оседания осадка, просто сливается и отфильтровывается 10 куб. сант. этой жидкости обрабатывают 0,05 куб. сант. N — едкого натрия, растворенного в 70% спирте. Чистая пшеничная мука дает при этом очень слабую муть; в редких случаях вытяжка остается совершенно прозрачной. В зависимости от содержания ржи, появляется значительная муть до значительного осадка, представляющего из себя нерастворимую в спирте натриевую соль трифруктозоангидрида. Этим методом может быть еще хорошо определено 10% ржаной муки в пшеничной. При содержании 20% ржаной муки муть уже значительна. Метод определения содержания муки до 10% разрабатывается.

В литературе последних 35 лет не встречается ни одной работы по изучению этого углевода и лишь в 1894 году имеется работа E. Schitte'gпи S. Fraunpurfta <sup>4)</sup>, которые описывают вещество из ржаных стеблей, названное ими секолозою. Числа удельного вращения ее иные; кроме того, они нашли фруктозу, элементарный анализ которой согласуется с новым углеводом. Еще ранее в 1891 году Tahret <sup>5)</sup> нашел в ржаной муке сахар, который, судя по приводимым им цифрам был не совсем чистым и представлял собой, по всей вероятности, смесь нового углевода с глюкозою и другими правовращающимися сахарами.

Просматривая в руководствах M. P. Neumann <sup>6)</sup> и Maurizio, количественное соотношение сахаров в ржаной и пшеничной муке, находим по данным Неймана, что количество сахара в светлой ржаной муке в два раза больше, чем в светлой пшеничной. По данным Maurizio количество сахаров и особо сахарозы во ржи значительно больше, чем в пшенице. Кроме того, он упоминает про секолозу, находящуюся во ржи в количестве 2—3%, при гидролизе дающую фруктозу König <sup>8)</sup> и Mohs <sup>9)</sup> так же неоднократно упоминают о существовании во ржи какого-то специфического вещества, действие которого на свойства теста из ржаной муки, описаны Fellenberg'ом <sup>10)</sup>. Независимо от указанных определений E. Berlinen и I. Koopmann <sup>11)</sup> разработали метод колориметрического распознавания ржаной и пшеничной

муки и их смесей, основанном на свойствах этого нового углевода — трифруктозана ржаной муки, окрашивать дымящуюся соляную кислоту в бурый цвет, тогда, как пшеничная мука при тех-же условиях окрашивает кислоту в фиолетовый цвет. Этот метод позволяет не только распознавать ржаную и пшеничную муку, но и дает возможность так-же определять относительные количества их в их смесях. Пользуясь в течении нескольких лет этим методом, они нашли его вполне пригодным для распознавания не только ржаной и пшеничной муки, но и для ячменной и кукурузной муки. Вместо соляной кислоты может быть применена также серная.

### Производство определения:

Отвешивают 0,2 грамма испытуемой муки и вносят ее в маленький измерительный цилиндр емкости в 10 кубических снт.; кроме того, в две маленькие ерленмейеровские колбы вносят по 2 грамма чистой пшеничной и ржаной муки. После прибавления 1 куб. снт. спирта к малой мучной пробе и по 10 куб. снт. к большим, встряхивают их в спирте для предотвращения образования комьев и тотчас-же прибавляют 10 куб. снт. дымящейся соляной кислоты к малой и по 100 куб. снт. к большим пробам. Для получения равномерной смеси вливать кислоту необходимо быстро, а пробы затем, для предотвращения выделения тяжелых паров соляной кислоты, закрыть крышкой. При нагревании подготовленных, таким образом, проб на водяной бане при 40°C, пшеничный соляной раствор быстро окрашивается через красный светящийся в фиолетовый, а ржаной раствор в бурый цвет. По истечении получаса все три пробы вынимают из водяной бани. Обе стандартные пробы разливают в пробирки или измерительные цилиндры емкостью в 10 куб. снт., таким образом, чтобы ржаного раствора было: в пробирке № 1 — 10 куб. снт.; в № 2 — 9 куб. снт.; в № 3 — 8 куб. снт. и т. д. до № 11 — 0 куб. снт. и дополняют их пшеничным раствором до 10 куб. снт.; т. е. во всех пробирках будет по 10 куб. снт. раствора. Та пробирка, которая будет иметь окраску сходную с окраской испытуемой пробы, дает непосредственно, количественное соотношение ржаной и пшеничной муки. Например, пробирка № 3 показывает на содержание 80% ржаной муки и 20% пшеничной. Для получения полного окрашивания испытуемых проб, их необходимо нагревать в течении не более получаса при 40°C на водяной бане; если-же позволяет время, испытуемые пробы можно оставить на ночь, а на другой день утром производить сравнение окрасок. Серия стандартных трубок готовится однажды, начиная со 100% ржаной муки и кончая 100% пшеничной с 10 промежуточными трубками, с разницей в 10%. Фиолетовое окрашивание пшеничной мукою соляной кислоты объясняется реакцией на триптофан (реакция Либермана). Бурое окрашивание ржаной муки зависит от присутствия в ней трифруктозана, который, вследствие образования гу-

минообразных веществ, в холодной соляной кислоте быстро разлагается.

Как видно из всего вышеизложенного, открытие и изучение нового углевода в ржаной муке сыграла важную роль не только в теоретическом, но и в практическом отношении для мельничного дела, оно проложило новые пути не только для распознавания ржаной муки, в смеси с пшеничной и другими видами муки, но и для количественного ее определения.

---

## Новейшие исследования в области энзимологии зерна.

(Обзор литературы).

Проф. К. И. Рубенчик.

Вопрос об образовании энзимов в зерне представляет большой научный и практический интерес. Как известно, степень пригодности муки для хлебопечения в значительной мере зависит от действия энзимов (амилазы, протеазы, фосфатазы и др.), которые образуются в зерне, а оттуда попадают в муку. В тех случаях, когда в последней оказывается мало энзимов, практикуется прибавление солода для улучшения ее пекарной способности, т. е. искусственно вносятся в муку необходимые энзимы, которые были выработаны в зерне в недостаточном количестве. Если бы были выяснены основные условия, влияющие на энзимообразовательную деятельность зерна, то можно было бы, в известной мере, предсказать степень энзиматической полноценности муки, полученной из определенного зерна. Далее, возникла бы возможность поставить вопрос о мерах воздействия на ход энзимообразования в зерне, в смысле направления его в наиболее желательную для пекарного дела сторону. Эта идея в еще неясной форме, уже отчасти находит свое осуществление при кондиционировании зерна, когда условия повышенной влажности и повышенной температуры должны стимулировать образование энзимов в зерне. Правда, это может проходить лишь при некоторых методах кондиционирования, в то время, как в других случаях, когда применяется слишком высокая температура, имеет место разрушение (инактивирование) энзимов (1,2).

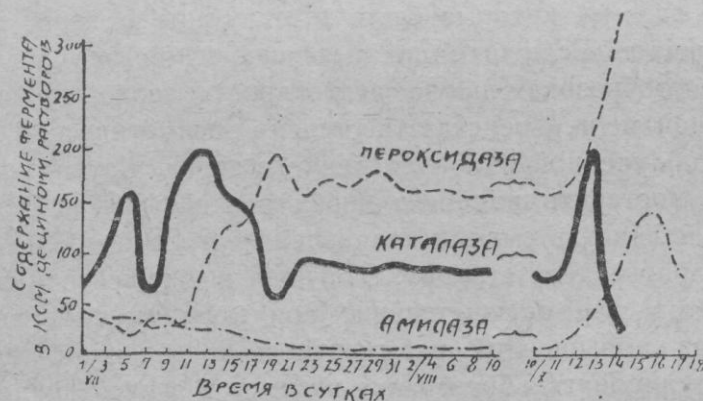
В последние годы всеобщее внимание за границей и, отчасти, у нас в Союзе обратили на себя опыты Ророи (и многих других исследователей) над повышением урожайности путем химической обработки семян. В огромной литературе, уже накопившейся по этому вопросу, имеются разноречивые указания. Но в тех случаях когда положительный эффект действительно получается, дело происходит, как можно предполагать, не без воздействия применяющихся химических стимуляторов на энзимы семян.

Необходимо, однако, указать, что энзимология зерна, опирающаяся на точные, количественные методы исследования, еще проходит начальную стадию своего развития. Лишь в последние годы возникли



ряд работ, проливающий некоторый свет на процессы образования энзимов в зерне. Долго оставался спорным вопросом о том, имеются ли те или иные энзимы в покоящихся семенах или же они возникают лишь при проростании семян. Сейчас в этот вопрос внесена ясность. Доказано (3), что различные энзимы содержатся, хотя и в незначительном количестве, в покоящихся семенах, причем, например, каталаза, пероксидаза и оксигеназа количественно преобладают над амилазой и протеазой (4).

Очень интересно было бы проследить ход образования энзимов, начиная с ранних фаз созревания семян. Еще Zalesky (5) указал, что по мере созревания семян гороха количество протеазы в них уменьшается. К таким же выводам пришел и Blagowestschensky (6) в отношении амилазы. Наиболее обстоятельное исследование в данном направлении, на котором мы подробно остановимся, произведено Bach'ом, Oparin'ым Wehner'ом (7). Предметом изучения служило содержание каталазы, пероксидазы, амилазы и протеазы в созревающих (в колосе), затем в течение определенного времени покоящихся и, наконец, проращиваемых семенах озимой пшеницы (сорта А 2227 и С 2963 Селекционной Станции Тимирязевской С.-Х. Академии). Полученные данные графически представлены на чертеже.



Из чертежа видно, что как по мере созревания, так и по мере проростания семян количество энзимов сначала возрастает, достигает определенного максимума, а затем снова падает. При этом кривые энзимов, полученные при проростании пшеницы идут весьма правильно и гладко, между тем, как кривые созревания дают волнообразные колебания.

Различие между кривыми отдельных энзимов заключается в положении максимума и в степени крутизны восходящей и нисходящей частей кривых. При созревании пшеницы каталаза, амилаза и протеаза достигают значительно раньше своего максимума, чем пероксидаза. При этом в образовании каталазы и пероксидазы существует определенный антагонизм: при увеличении количества каталазы падает содержание пероксидазы и наоборот (см. чертеж).

При соответствующем сопоставлении видно, что у всех энзимов

кривые проростания поднимаются выше кривых созревания. Другими словами, при своем созревании семена содержат меньше энзимов, чем при проростании. Это обстоятельство можно объяснить (7) тем, что при созревании семян протекают два противоположных процесса: 1) новообразование энзимов и 2) переход последних в неактивную форму (зимогена). При проростании же семян из зимогенов снова образуются активные энзимы.

Достигнув в период полного созревания семян определенной величины, количество энзимов остается в покоящихся семенах некоторое время без изменения, независимо от того, будет ли зерно оставлено на растении в поле или же оно будет храниться обычным способом. Если количество энзимов в покоящихся семенах обозначить через 1, то максимальное их содержание при созревании и проростании может быть выражено следующими цифрами (7):

Семена	Каталаза	Пероксидаза	Амилаза	Протеаза
Созревающие	2,4	1,2	5,6	7,5
Проростающие	2,5	5,0	22,5	28,5

Таким образом, количество каталазы и пероксидазы мало уменьшается в созревших семенах и сравнительно мало увеличивается при проростании. Наоборот, амилаза и протеаза, остающиеся в покоящихся семенах лишь в незначительном количестве, резко вырастает во время проростания. Причина такого явления станет понятной, если исходить из вышеприведенного положения о возможности превращения из энзимов в зимогены и, наоборот, образования из последних снова активных энзимов. Поэтому, чем больше зимогена накопится при созревании семян, тем больше энзима может образоваться при проростании. Необходимо, однако, указать, что в подобных случаях возможно и другое объяснение. Так, например, Zalesky и его сотрудники (8,9) полагают, что усиление действия зимазы, наблюдаемое при проростании семян гороха, объясняется не новообразованием этого энзима, а также не переходом зимогена в активный энзим, а образованием специфического активатора стимулирующего уже имеющуюся в зрелых семенах зимазу.

При продолжительном хранении зерна количество энзимов начинает уменьшаться. Так по данным Charmandarjan (14) уже после 6-ти месячного лежания солода понижается содержание в нем каталазы. При этом солод, измельченный в муку, теряет больше энзима, чем хранящийся в виде зерна. Уменьшение количества каталазы происходит скачкообразно, т. е. временные повышения количества энзима чередуются с последующими его падениями. В темноте каталаза солода разрушается при лежании медленнее, чем на свету; в атмосфере углекислого газа медленнее, чем на воздухе. Особенно быстро падает содержание каталазы при хранении солода в экзикаторе, над серной кислотой.



Если снять с растения еще незрелые семена пшеницы, то, как показали Ораpin и Djatschkow (15), количество каталазы и пероксидазы в них в дальнейшем увеличивается, количество же амилазы—нет. Отсюда авторы полагают, что первые два фермента образуются в самих семенах, амилаза же переносится из материнского растения и отлагается там по мере их созревания. Надо, однако, заметить, что здесь не исключена возможность другого толкования вышеприведенного факта. Быть может, и амилаза образуется в семенах, но для этого необходима доставка из растения в семена каких-нибудь веществ. Поэтому если слишком рано прервать связь семян с растением, то образование амилазы не пойдет.

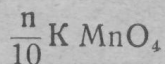
Выяснению вопроса, отчего зависит содержание ферментов в покоящихся семенах, посвящена работа Орапина и Pospelow'ой (10). Авторы засеивали в период с 1921 по 1925 г. 26 различных сортов озимой пшеницы (чистые линии) и ежегодно определяли содержание каталазы, пероксидазы и амилазы в созревшем зерне. Результаты показали, что различные сорта пшеницы содержали различные количества данного фермента. С другой стороны, один и тот же сорт давал в разные годы далеко неодинаковые количества ферментов.

Отсюда авторы заключают, что содержание ферментов в покоящемся зерне зависит не только от сорта зерна, но и от внешних условий (температура, атмосферные явления, почва, удобрение и др.), при которых шло созревание зерна. При этом любопытные данные получены относительно соотношения отдельных ферментов. Так, в годичных изменениях количества пероксидазы и амилазы наблюдался параллелизм, тогда как в образовании каталазы и пероксидазы имел место антогонизм, т. е. в годы большого содержания каталазы, зерно было бедно пероксидазой и наоборот. Орапин и Pospelow'a (10) изучали пшеницу, выросшую в полевых условиях. Поэтому их работа не позволяет судить о влиянии отдельных факторов внешней среды на ферментобразование. В дальнейшем было бы интересно поставить в этом направлении соответствующие лабораторные опыты, в которых изменялись бы условия температуры, влажности и т. п.

Прокопенко (16) определял содержание ферментов в проростающих семенах озимой и яровой пшеницы. Для этого брались чистые линии пшеницы, отличающиеся друг от друга продолжительностью вегетационного периода. Оказалось, что у рано созревающих сортов каталазы и пероксидазы было гораздо больше, чем у поздносозревающих. Правда, резкое различие в содержании этих ферментов наблюдалось лишь при проростании семян при низкой температуре (7°C). При 25°C оно носило менее выраженный характер.

Интересные опыты над изучением влияния географических и климатических факторов на ферменты семян ведутся в Институте Прикладной Ботаники в Ленинграде (17). Для начала изучалось содержание каталазы в покоящихся семенах ячменя урожая 1925, 1926 и 1927 г.г. Ячмень (чистые сорта и чистые линии) брался из различных геогра-

фических пунктов С.С.С.Р. Определение силы каталазы велось по методу Bach'a и Oparin'a (4) и выражалось количеством к. см.



при расчете на 1 гр. воздушно-сухого вещества ячменной муки.

Место посева.  $\frac{n}{10} \text{ KMnO}_4$  (в К. см)

Мурманск . . . . .	7,5
Пермь . . . . .	6,3
Сев. Кавказ (Кубань) . . . . .	1,1
Красный Кут (Юго-восток) . . . . .	0,5

Таким образом, в ячмене, выросшем на Севере, каталазы содержалось значительно больше, чем в ячмене с Юга. Такая же закономерность, но не в столь резкой форме, наблюдалась и в семенах пшеницы. Если цифру каталазы для пшеницы в Детском Селе выразить через 38,2, то в Иолатане (Туркмения) она равняется лишь 10,0. Далее оказалось, что в горных местах ячмень содержит больше каталазы, чем в равнинных. Каталаза из ячменя Тифлиса выражалась числом 1,4, а из недалеко лежащего места Бакурианы, на высоте 1670 м., это число достигло 9,4. Из вышеприведенных данных (7) было видно, что созревшее зерно содержит мало энзимов. Однако в северных и горных районах зерно в момент снятия урожая еще богато энзимами. Отсюда можно заключить, что оно, несмотря на внешние признаки зрелости, фактически является не вполне созревшим. (17). Таким образом, содержание энзимов может помочь в выяснении степени зрелости зерна в тех случаях, когда внешние признаки оказываются недостаточными.

Из энзимов зерна много внимания уделено каталазе. Работа Немес'а и Дучой'а (11) показали, что старые, потерявшие всхожесть семена не содержат активной каталазы. Отсюда они заключили о возможности определить степень жизнеспособности семян по интенсивности действия содержащейся в них каталазы. Проверочные опыты различных авторов дали разноречивые результаты. По последним данным вопрос находится в следующем положении. Исследование Грасанп'а (12) над горохом, лупином, кукурузой и пшеницей показали, что семена, не содержащие активной каталазы, не способны прорасти. С другой стороны, однако, установлено (10), что в семенах, потерявших всхожесть, еще содержится каталаза. Далее оказалось, [Нелюбов (13), Грасанп (12)], что между количеством каталазы и степенью всхожести семян нет параллелизма. Таким образом, каталаза не может служить индикатором на жизнеспособность семян.

Большая часть работ, цитируемых в настоящей статье, произведена в С.С.С.Р.<sup>1)</sup>). Остается пожелать, чтобы дальнейшие исследования в столь интересной и важной области протекали более организовано и в более широком масштабе.

### Литература.

1. D. Kent-Jones, Zeitsch. f. d. gesamte Mühlenwesen, Heft 12, S 207, 1928
2. F. Berliner und R. Rüter, там же, S, 209 1928.
3. C. Oppenheimer, Fermente und ihre Wirkungen, 5. Aufl.
4. A. Bach und A. Oparin, Bioch. Zeitsch., 134, 1922, S. 183; 148. 1924, s. 476.
5. W. Zalesky, Berichte d. deutsch. botan. Ges., 23, 1905, S. 126.
6. A. Blagowestschensky, Bioch., Zeitsch. 157, 1925, S. 201.
7. A. Bach, A. Oparin und R. Wähner, там же, 180, 1927, S. 363.
8. W. Zalesky und Olga Pissaryewsky, там же, 189, 1927, S 39.
9. W. Zalesky und L. Notkina, там же 189, 1927, S. 101.
10. A. Oparin und N. Pospelowa, там же, 189, 1927, S. 18.
11. A. Nemec et F. Duchon, Compt. rend. de l'Academie Sc., 174, 1922, p. 632.
12. M. Gracanin, Biochem. Zeitsch., 180, 1927, S. 205.
13. Д. Нелюбов, Вестн. Семенов. Главн. Ботан. Сада С.С.С.Р., 4, 1925, тетр. 7.
14. М. О. Charmandarjan, Bioch. Zeitsch., 207, 1929, S. 473.
15. A. Oparin und n. Djatschkow, Bioch, Zeitsch., 196, 1928, S. 289.
16. Н. Прокопенко, Журнал Сельск. Хозяйства, 4, 1927, стр. 346.
17. М. Лашкевич, Природа. № 11, 1928, стр. 1009.

---

<sup>1)</sup> Но напечатана за-границей. Поэтому фамилии авторов приведены в иностранной транскрипции.



## Взвешенные скорости и коэффициенты обтекания зерна.

Проф. В. Я. Гиршсон.

При движении зерна в воздушной среде возможны три случая:

- 1) зерно находится в покое — воздух движется,
- 2) зерно находится в движении — воздух в покое,
- 3) зерно и воздух — движутся.

В первом и во втором случае нас интересуют скорости движущейся массы по отношению находящейся в покое; в последнем — относительная скорость движения.

Давление движущегося воздуха на неподвижное тело, впервые — в теоретической механике было найдено еще Ньютоном по формуле:

$$P = K \cdot A \cdot \Omega v^2 \dots \dots \dots (1).$$

Последнее выражение, с течением времени, разными исследователями видоизменялось и в настоящее время гидравлика дает нам следующее выражение:

$$P = \frac{A}{g} \xi \cdot \Omega \cdot v^2 = 0,124 \xi \Omega v^2 \dots \dots \dots (2).$$

где  $A$  = вес  $1_m^3$  воздуха = 1,226 кгр.

$g$  = ускор. силы тяжести = 9,81.

$\Omega$  = площадь поперечного сечения тела, нормального к движению струи воздуха.

$v$  = скорость (если и тело и воздух движутся — то относительная) в mtr/sec.

$\xi$  = коэффициент зависящий исключительно от формы тела.

К определению этого неизвестного для зерна коэффициента сводится наше исследование.

Метод его нахождения таков: при равенстве веса зерна =  $G$  — давлению на него со стороны воздуха =  $P$ , мы имеем так называемое взвешенное состояние зерна. Изготовив в нашей лаборатории прибор дающий возможность наблюдать величину взвешенной скорости

для испытываемого зернышка определяем ее<sup>1)</sup> для двух интересующих нас предельных положений зерна:

$$\begin{array}{ll} \Omega_1 & \Omega_2 \\ G = \text{вес зерна} & G = \text{вес зерна} \\ P_1 = \text{давление зерна} & P_2 = \text{давление на зерно} \end{array}$$

Определив вес зерна  $G$  и поперечн. сечение  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  имеем в ур-ии (2) все величины известными за исключением  $\xi$ , величину которого и определяем:

$$\begin{aligned} \xi_1 &= \frac{G}{0,124 \Omega_1 v_1^2} \dots \dots \dots (3) \\ &= \frac{G}{0,124 \Omega_2 v_2^2} \dots \dots \dots (3') \end{aligned}$$

Насколько велико влияние формы тела по отношению движущегося воздуха — мы усмотрим из соотношения коэффициентов  $\xi_1$  и  $\xi_2$  между собою для одного и того же зерна весом  $= G$ .

Так как форма зерен, хотя и сходственных различна, исследование было проделано над рядом зерен различных сортов и величин в каждом сорте.

Как наиболее типичные образцы, подверженные исследованию, были взяты зерна:

- 1) мягкой пшеницы „Сандомирка“
- 2) полутвердой пшеницы „Банатка“
- 3) твердой пшеницы „Белотурка“,

во всех фракциях по величине каждого сорта.

Результаты исследования приведены полностью в четырех прилагаемых диаграммах и трех сводных таблицах.

Из произведенных испытаний следует, что: коэффициенты обтекания для зерен всех трех сортов пшеницы колеблются для  $\xi_1$ , от 0,140 до 0,368, для  $\xi_2$  от 0,727 до 1,682.

Основные формулы (1) и (2), которыми мы пользовались выведены, исходя из замечательного положения Динамики, назыв. „теоремой о подобии“. А эта теорема распространяется только на геометрически подобные фигуры, поэтому и полученные нами коэффициенты обтекания, строго математически рассуждая, применимы только для зерен строго подобных, испытанным нами.

Однако принимая во внимание: 1) что все зерна пшеницы относительно подобны по форме друг другу и 2) что величины полученных нами коэффициентов  $\xi_1$  и  $\xi_2$  даже для разных сортов и разных величин незначительно отличаются между собою, мы по-

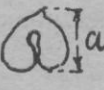

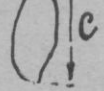






<sup>1)</sup> Все испытания произведены мною совместно с нашим преподавателем инж. П. Г. Демидовым, в н/лаборатории.

<sup>2)</sup> При определении скорости в приборе мы пользовались точными указаниями величин их по кататермометру.

лагаем возможным, — с достаточной для практических целей точностью — применять полученные нами величины коэффициентов обтекания для всяких зерен пшеницы.

Найденные коэффициенты<sup>1)</sup> обтекания зерна найдут свое применение при проектировании конструкций зерноочистительных машин, при пневматическом транспорте и прочих возможных случаях практики.

## Сводка о результатах испытаний








				$\varnothing$ $\frac{4.00}{3.50}$ Число зерен				
				1	2	3	4	5
        	РАЗМЕРЫ ЗЕРНА В м. м.	"А"	min	3050	2980	2950	3100	3000
			max			2,950		
			CP.			3,100		
		"В"	min	3090	3100	3250	3050	2750
			max			2,750		
			CP.			3,250		
		"С"	min	6650	6350	6200	6450	6600
			max			6,200		
			CP.			6,650		
		"G"	min		41,0	37,8	42,7	36,0
			max			0,0360		
			CP.			0,0427		
		"f <sub>1</sub> " Площадь поперечн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>	min	6,66	8,11	7,75	8,44	7,33
			max			6,66		
			CP.			8,44		
		"f <sub>2</sub> " Площадь продольн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>	min	17,11	17,00	16,77	16,66	16,00
			max			16,00		
			CP.			17,11		
		"v <sub>1</sub> " Скорость взвешен. состояния в м/сек.	min	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
			max			—		
			CP.			13,4		
		"v <sub>2</sub> " Скорость взвешен. состояния в м/сек.	min	4,53	4,53	3,66	3,66	4,01
			max			3,66		
			CP.			4,53		
		"S <sub>1</sub> "	min	0,2856	0,222	0,2195	0,2271	0,2203
			max			min=0,2195	max=0,2856	
			CP.			Cp=0,23640		
		"S <sub>2</sub> "	min	0,9752	0,9550	1,3710	1,5471	1,1612
			max			min=0,9550	max=1,5471	
			CP.			Cp=1,20190		



## произведенных по Сандомирке.

$\varnothing \frac{3.50}{3.00}$					$\varnothing \frac{3.00}{2.50}$					$\varnothing \frac{2.50}{2.00 (1.50) \text{ m-m.}}$				
Число зерен					Число зерен					Число зерен				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2650	2750	3050	2960	2850	2600	2400	2500	2400	2400	2050	2050	2080	2150	2150
2,650 3,050					2,350 2,600					2,050 2,250				
2,852					2,460					2,096				
2750	3200	3080	2920	3150	2700	2650	2750	2620	2550	2500	2300	2450	2450	2500
2,750 3,200					2,550 2,750					2,420 2,500				
3,020					2,654					2,434				
6550	5550	6300	6150	6250	5900	5700	5400	6200	5600	5100	5070	5600	5380	4950
5,550 6,550					5,400 6,200					4,950 5,600				
6,160					5,760					5,220				
34,2	35,0	39,1	36,3	34,3	27,1	22,5	23,8	26,6	23,9	18,6	15,0	18,2	18,9	17,2
0,0342 0,0391					0,0225 0,0271					0,0150 0,0189				
0,035798 (3580)					0,02478 (24,78)					0,01758 (17,58)				
6,33	6,88	7,66	6,44	7,66	5,11	5,44	5,22	4,66	4,33	4,56	3,22	3,33	3,55	4,33
6,33 7,66					4,33 5,44					3,22 4,56				
6,99					4,95					3,80				
15,22	14,44	15,55	14,00	15,88	12,77	12,77	11,66	13,77	12,29	10,88	8,88	11,11	10,66	10,44
14,00 15,88					11,66 13,77					8,88 11,11				
15,00					12,24					10,39				
15,8	15,8	15,8	15,8	15,8	11,48	11,48	11,48	11,48	11,48	12,60	12,60	12,60	11,48	11,48
—					—					11,48 12,60				
15,80					11,48					12,152				
5,48	5,48	3,83	3,83	3,83	3,66	3,27	2,41	2,97	3,66	2,97	3,19	3,27	2,97	3,66
3,83 5,48					2,41 3,66					2,97 3,66				
4,49					3,194					3,212				
0,1753	0,1666	0,1662	0,1822	0,1451	0,3250	0,2533	0,2793	0,3518	0,3390	0,2074	0,2330	0,3357	0,3258	0,2430
min=0,1451 max=0,1822					min=0,2533 max=0,3518					min=0,2074 max=0,3357				
Cp=0,16708					Cp=0,3968					Cp=0,27016				
0,6063	0,6603	1,3914	1,4764	1,1951	1,2843	1,3975	2,8674	1,6792	1,1831	1,5847	1,3636	1,2727	1,6273	1,0000
min=0,6063 max=1,4764					min=1,1831 max=2,8674					min=1,000 max=1,6293				
Cp=1,06590					Cp=1,68230					Cp=1,37006				

## Сводка о результатах испытаний,

      				$\varnothing_{3,50}^{4,00}$ m.m.					
				Число зерен					
				1	2	3	4	5	
	РАЗМЕРЫ ЗЕРНА В м. м.	„А“		3150	3220	3200	3100	2950	
			min	2,950					
			max	3,220					
		СР.	3,124						
			„В“		3400	3300	3600	3350	3350
				min	3,300				
		max		3,600					
СР.		3,400							
		„С“		6780	7000	7000	7200	5800	
	min		5,800						
max	7,200								
СР.	6,756								
	„g“ Вес одного зерна в mgr.		51,40	50,1	56,4	51,3	40,4		
		min	40,4						
max		56,4							
СР.	49,792								
	„f <sub>1</sub> “ Площадь поперечн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>		8,55	7,65	9,20	8,11	8,44		
		min	7,65						
max		9,20							
СР.	8,39								
	„f <sub>2</sub> “ Площадь продольн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>		18,90	17,90	20,00	18,10	15,90		
		min	15,90						
max		20,00							
СР.	18,16								
	„v <sub>1</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec.		16,81	16,81	16,81	16,81	16,81		
		min	16,81						
max		16,81							
СР.	16,81								
	„v <sub>2</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec.		4,53	4,53	5,48	4,45	4,53		
		min	4,45						
max		5,48							
СР.	4,705								
	„ξ <sub>1</sub> “		0,1718	0,2248	0,1751	0,1805	0,1370		
		min	min=0,1370 max=0,2248						
max		max=0,2248							
СР.	СР. 0,17784								
	„ξ <sub>2</sub> “		1,0736	1,1053	0,7580	1,1580	1,0000		
		min	0,7580						
max		1,1580							
СР.	1.0191								

## произведенных по Банатке

$\varnothing_{3,00}^{3,50}$ m.m.					$\varnothing_{2,50}^{3,00}$ m.m.					$\varnothing_{2,00}^{2,50}$ m.m.				
Число зерен					Число зерен					Число зерен				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3050	2700	2800	2850	2850	2300	2450	2500	2300	2200	2180	2050	2300	1580	2350
		2,700					2,200					1,580		
		3,050					2,500					2,350		
		2,850					2,350					2,092		
3100	3150	3400	3250	3200	2850	2700	2850	2820	2740	2200	2550	2380	2150	2550
		3,100					2,700					2,150		
		3,400					2,850					2,550		
		3,220					2,712					2,366		
6450	6750	6600	6150	6650	5750	5650	5400	5550	5600	4950	4700	4880	4350	4790
		6,150					5,400					4,350		
		6,750					5,750					4,950		
		6,520					5,190					4,726		
33,4	39,1	46,4	42,0	44,1	29,4	27,2	27,1	27,4	25,2	16,4	17,4	18,7	10,4	19,7
		33,4					25,2					10,4		
		46,4					29,4					19,7		
		41,00										16,52		
6,78	7,34	7,44	7,23	7,55	5,44	5,43	5,33	5,22	4,56	3,66	3,88	4,67	2,44	4,34
		6,78					4,56					2,44		
		7,55					5,44					4,67		
		7,268					5,196					3,798		
12,90	15,90	17,78	16,20	17,57	13,21	12,53	12,10	12,68	12,42	8,56	9,55	9,22	7,78	9,22
		12,90					12,10					7,78		
		17,78					13,21					9,55		
		15,91					12,588					8,876		
15,10	15,80	15,80	12,60	13,40	13,60	14,20	13,60	17,72	14,20	15,80	15,80	14,20	15,80	15,80
		12,60					13,60					14,20		
		15,80					17,72					15,80		
		14,68					14,664					15,48		
4,53	5,68	5,18	4,53	4,53	5,68	5,28	5,68	6,20	6,46	5,38	4,08	4,53	4,71	4,53
		4,53					5,28					4,08		
		5,68					6,46					5,38		
		4,89					5,86					4,646		
0,1597	0,1721	0,2016	0,2972	0,2446	0,2359	0,2004	0,2221	0,1343	0,2212	0,1451	0,1452	0,1294	0,1388	0,1468
min=0,1597 max=0,2972					min=0,1343 max=0,2359					min=0,1294 max=0,1468				
0,21504					0,20278					0,14106				
1,0950	0,6484	0,7864	1,0243	0,9910	0,6917	0,6310	0,5610	0,4514	0,3925	0,5326	0,8877	0,8423	0,4882	0,8869
	0,6484	1,0950				0,3925	0,6917				0,4882	0,8877		
	0,9090					0,54552					0,72754			

## Сводка о результатах испытаний

			$\varnothing \begin{smallmatrix} 4,00 \\ 3,50 \end{smallmatrix}$				
			Число зерен				
			1	2	3	4	5
РАЗМЕРЫ ЗЕРНА  В м. м.	„А“		3,100	3,050	3,000	3,070	3,000
		min	3,000				
		max	3,300				
	„В“	CP.	3,124				
			3,300	3,300	3,150	3,250	3,250
		min	3,150				
	„С“	max	3,300				
		CP.	3,250				
			7,200	7,400	7,450	7,050	7,000
	„g“ Вес одного зерна в mgr	min	7,000				
		max	7,450				
		CP.	7,220				
„f <sub>1</sub> “ Площадь поперечн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>		51,30	55,00	42,40	48,20	47,80	
	min	0,0478					
	max	0,0550					
„f <sub>2</sub> “ Площадь продольн. сечения зерна в м/м <sup>2</sup>	CP.	0,05034 (50)					
		7,67	8,34	7,78	8,00	8,22	
	min	7,67					
„v <sub>1</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec.	max	8,34					
	CP.	8,002					
		17,89	19,21	19,55	17,20	17,22	
„v <sub>2</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec	min	17,20					
	max	19,55					
	CP.	18,214					
„s <sub>1</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec		12,70	12,70	12,70	12,70	15,70	
	min	12,70					
	max	15,70					
„s <sub>2</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec	CP.	13,30					
		3,35	3,75	3,83	4,90	4,90	
	min	3,35					
„s <sub>3</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec	max	4,90					
	CP.	4,146					
		0,3352	0,3313	0,3187	0,3031	0,1896	
„s <sub>4</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec	min	min=0,1896 max=0,3352					
	max	0,29558					
	CP.	0,29558					
„s <sub>5</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec		2,1569	1,4062	1,3954	0,9432	0,9384	
	min	min=0,9354 max=2,0769					
	max	CP. 1,35142					
„s <sub>6</sub> “ Скорость взвешен. состояния в mt/sec	CP.	CP. 1,35142					



## произведенных по „Белотурке“

$\varnothing \frac{3,50}{3,00}$					$\varnothing \frac{3,00}{2,50}$					$\varnothing \frac{2,50}{2,00}$				
Число зерен					Число зерен					Число зерен				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3,400	2,800	3,000	2,970	2,900	2,500	2,450	2,600	2,550	2,550					
		2,800					2,450							
		3,400					2,600							
		3,012					2,530							
3,020	3,050	2,920	3,070	3,250	2,850	2,680	2,700	2,750	2,870					
		2,920					2,680							
		3,200					2,870							
		3,062					2,770							
6,800	6,900	6,850	6,700	7,100	5,950	5,400	6,050	5,950	6,050					
		6,700					5,400							
		7,100					6,000							
		6,870					5,880							
43,80	41,30	39,40	40,80	43,80	26,40	25,50	28,30	29,40	30,00					
		0,0349					0,0255							
		0,0438					0,0300							
		0,04018	(40)				0,02792	(28)						
7,56	7,33	6,65	6,70	7,45	5,67	5,66	5,11	5,67	5,66					
		6,65					5,11							
		7,56					5,67							
		7,138					5,554							
16,67	16,00	14,55	15,45	16,55	12,21	10,55	12,43	12,68	13,55					
		14,55					10,55							
		16,67					13,55							
		15,844					12,884							
12,70	12,70	12,70	12,70	12,70	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81					
		—					—							
		12,70					16,81							
4,26	4,26	3,75	3,75	3,75	4,44	4,00	4,44	4,44	4,44					
		3,75					4,00							
		4,26					4,44							
		3,954					4,352							
0,2829	0,2735	0,2964	0,3058	0,3045	0,1326	0,1287	0,1582	0,1485	0,1515					
		min=0,2735	max=0,3058				min=0,1287	max=0,1582						
		0,29400					0,1439							
1,1805	1,1568	1,5212	1,5338	1,5053	0,8888	1,2200	0,9340	0,9514	0,9090					
		min=1,1568	max=1,5338				min=0,8888	max=1,2200						
		CP. 1,37952					CP. 0,98078							

Диаграмма взвешенных скоростей  $V_1$ .

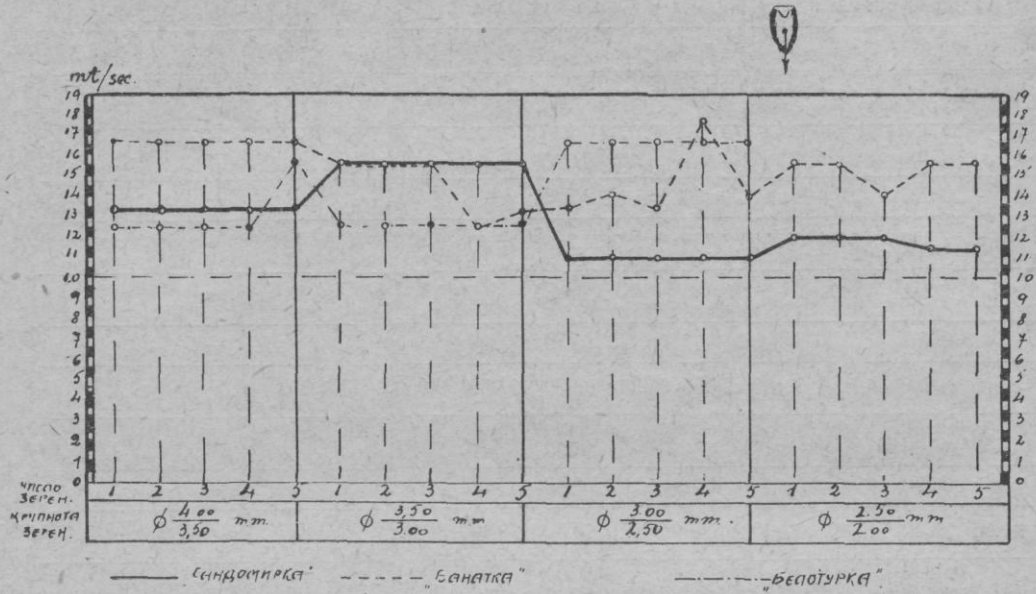


Диаграмма взвешенных скоростей  $V_2$ .

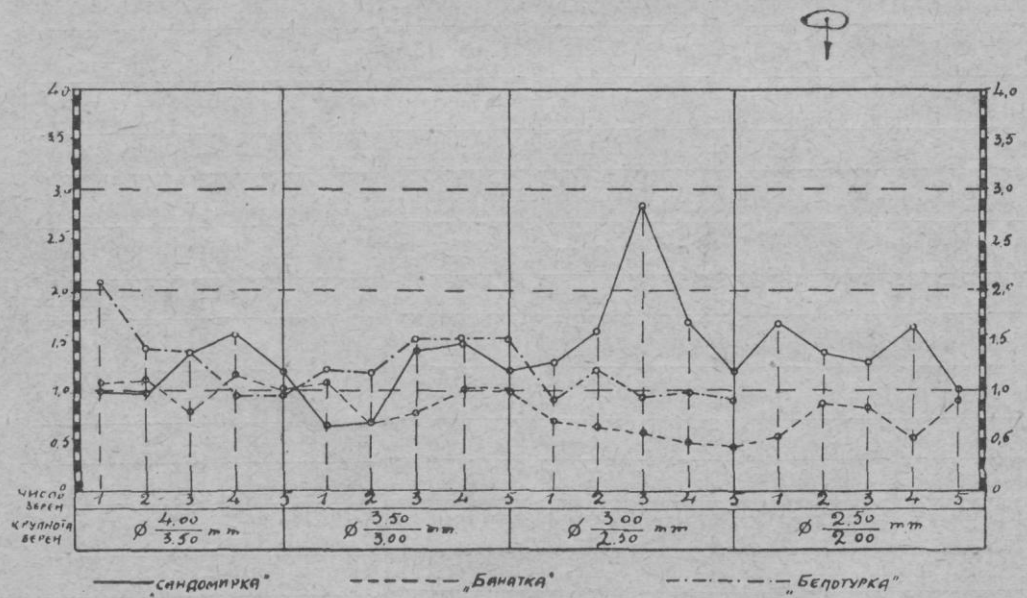
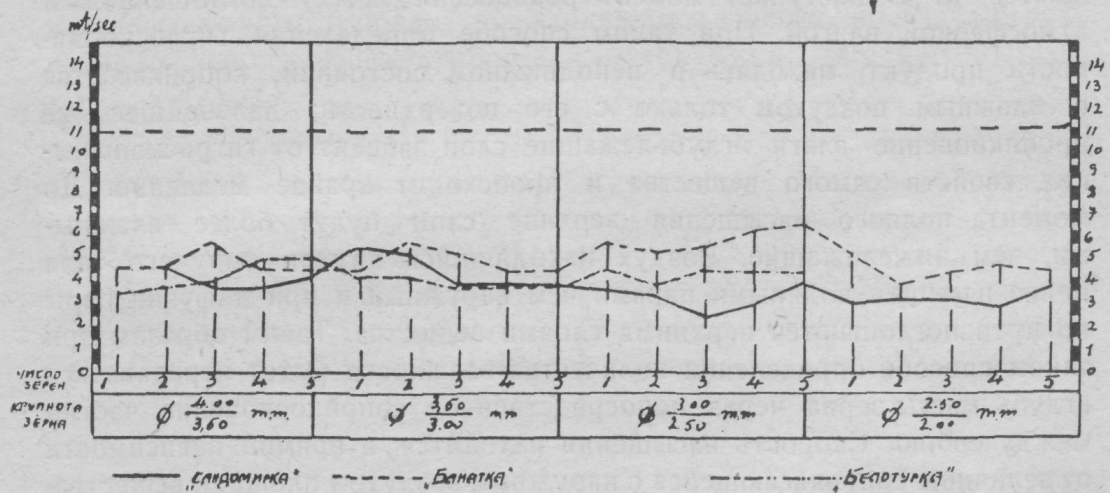


Диаграмма коэффициентов.

обтекания  $\xi_1$



Диаграмма коэффициентов обтекания  $\xi_2$ .





## Метод определения гигроскопических свойств мельничных продуктов во взвешенном состоянии в воздухе.

инж. Г. Домбровский и инж. Н. Озолин.

Все возрастающее значение изучения гигроскопических свойств зерна и продуктов его переработки, которое дало бы возможность разрешить ряд вопросов, связанных с улучшением качества продукта, увеличением выходов, хранением, стандартизацией по влажности, коллоидным свойством и проч., а также неудовлетворительность и (можно сказать отсутствие) точных методов определения поглотительной способности продуктами влаги из воздуха, заставили нас приступить к разработке методики такого определения.

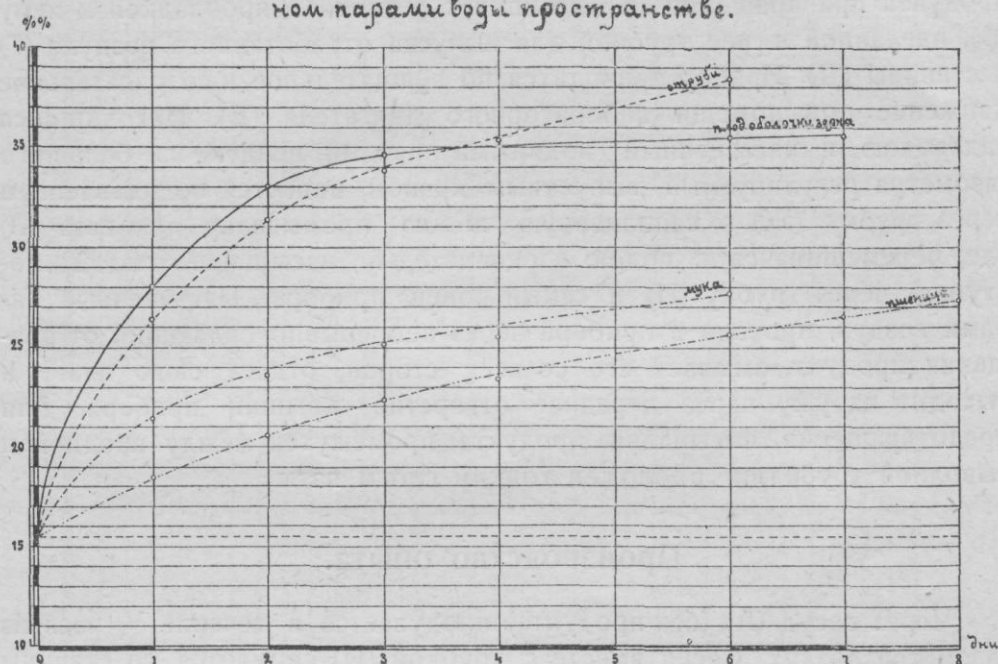
Обычно применяемые лабораторные методы определения поглотительной способности влажности из воздуха, а также определение, так называемой „наибольшей гигроскопичности“ вещества заключались в том, что определенное количество вещества, помещенное тонким слоем на часовом стекле, вносилось в насыщенное водяными парами пространство и через определенные промежутки времени определялось приращение веса влажности.

Наибольшей гигроскопичностью называется то приращение веса влаги в % %, когда дальнейшее насыщение продукта прекращается, т. е. наступает момент равновесия между поглощенной и атмосферной влагой. При таком способе определения гигроскопичности продукт, находясь в неподвижном состоянии, соприкасается с влажным воздухом только с его поверхности; дальнейшее же проникновение влаги вглубьлежащие слои зависит от гигроскопических свойств самого вещества и происходит крайне медленно. До момента полного насыщения верхние слои будут более влажными, чем нижележащие. Воздух находящийся внутри сыпучего тела менее насыщен водяными парами, чем наружный и при диффузии пары по пути поглощаются верхними слоями вещества. Таким образом при таком способе определения количества влажности будет передаваться вглубь массы зерна через непосредственное соприкосновение частиц между собою. Скорость насыщения находится в прямой зависимости от величины соприкасающейся с наружным воздухом площади вещества.

Опыты проделанные нами таким путем с зерном и продуктами его переработки, показали, что верхние слои оказывались насыщенными влажностью больше, чем нижние; насыщение шло по правильной

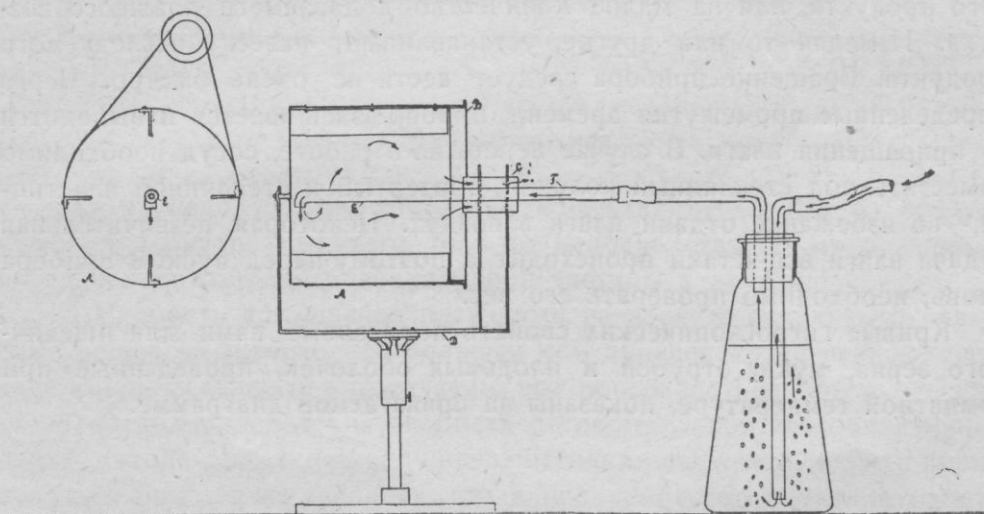
кривой, но крайне медленно, как это видно из прилагаемой диаграммы.

*Кривые изменений влажности в насыщенном парами воды пространстве.*



Такой метод не приложим для определения поглощательной способности продуктов, перерабатываемых на мельнице, которые в процессе их переработки, находятся в непрерывном движении и соприкасаются со всех сторон с влажным воздухом. Влияние температур на поглощательную способность продуктов в пределах от  $10^{\circ}$  до  $40^{\circ}$  очень незначительно. Обычно же нагревание продукта на вальцах выше этой температуры наблюдается редко.

Предлагаемый нами метод позволяет определять скорость поглощения влажности из воздуха продуктом находящимся в движении. Для этой цели нами был сконструирован прибор, как это видно из прилагаемого чертежа,



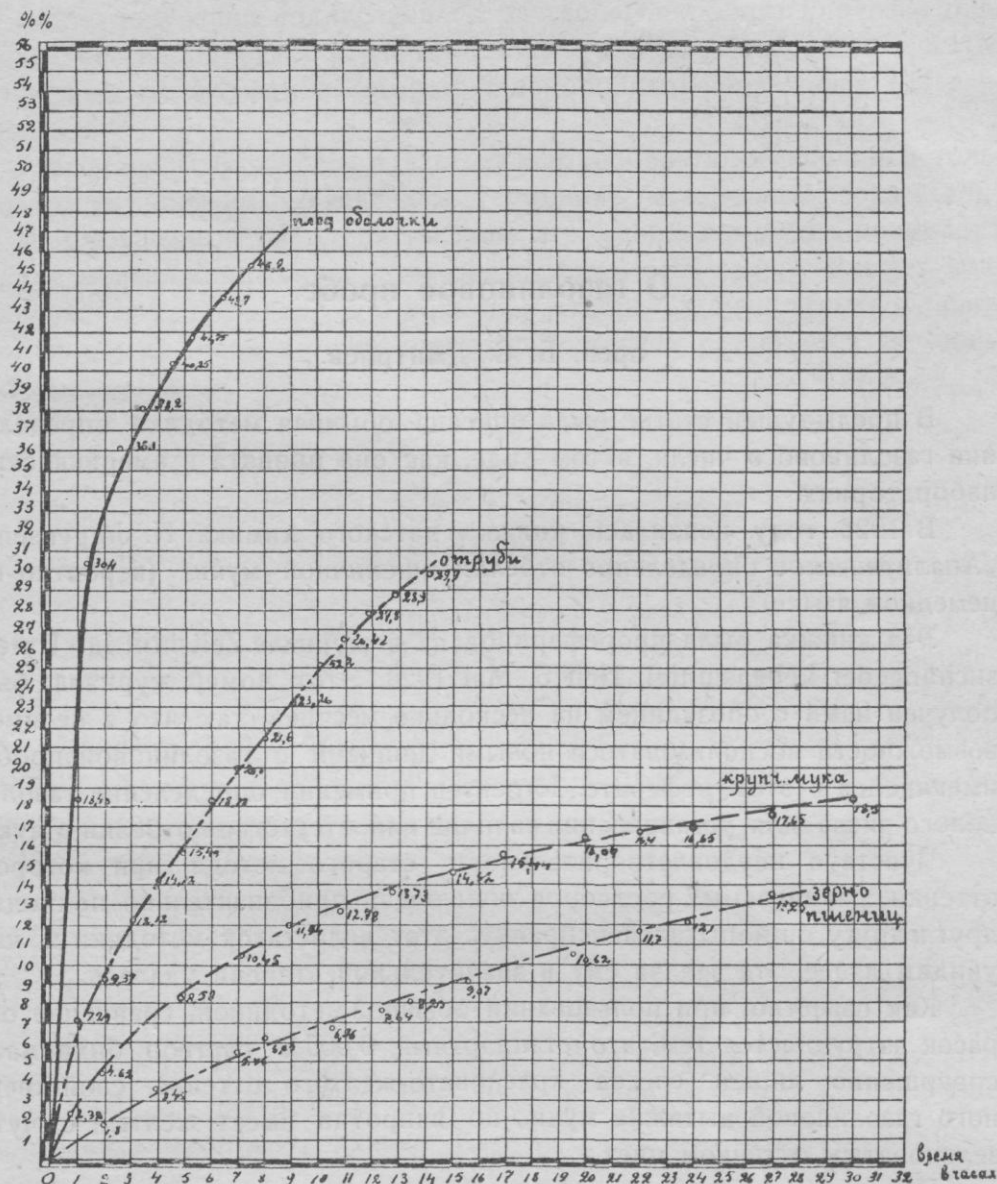
состоящий из: алюминиевого цилиндрического сосуда (А), с 4-мя продольными ребрами внутри для поднимания и перемешивания продукта при вращении (Б), крышки с резиновой прокладкой к нему (В), вделанной в нее трубкой для выпуска отработанного воздуха (Г) и станины (Д). Прибор приводится во вращательное и сотрясательное движение при помощи лабораторного двигателя (Е). Находящийся над водою и насыщенный водяными парами воздух, из большого газометра регулируемый выпускным краном, подается под давлением через трубку (Ж) в наполненную водою промывалку для газа (З) где, перемешиваясь с водою и окончательно насыщаясь влагой, поступает через трубку (И) в самый конец прибора. Насыщенный парами воздух, проходя в приборе через непрерывно падающий от вращения продукт, омывает его со всех сторон, отдает свою влагу и выходит наружу через переднее отверстие крышки прибора. Для предотвращения высыпания продукта, промежутки между вводной и выводной трубками, проложен тонким слоем ваты.

### Производство опыта.

Через сосуд (А) (без продукта) продувается в течение  $1\frac{1}{4}$  часа из газометра воздух. Сосуд вместе с трубкой (И) снимается со станины и взвешивается. Затем взвешенное количество продукта высушивается до постоянного веса в сушильном шкафу при  $105^{\circ}$  или лучше в вакуум сушильном шкафу и после охлаждения в эксикаторе, быстро вносится в прибор. Количество продукта берется в зависимости от его гигроскопических свойств и количества протекающего воздуха из газометра с таким расчетом, чтобы выходящий воздух содержал еще некоторое избыточное количество влаги. Для этой цели подбираем разные количества продукта, которые в определенный промежуток времени должны дать один и тот же процент насыщаемости, в противном случае это указывало бы на слишком большое количество взятого продукта, или на малое количество подаваемого влажного воздуха. Изменяя то или другое, устанавливают навеску исследуемого продукта. Вращение прибора следует вести не очень быстро. Через определенные промежутки времени, прибор взвешивается и выводится % приращения влаги. В случае перерыва в работе, сосуд необходимо поместить под стеклянный колокол, притертый к стеклянной пластинке,—во избежание отдачи влаги в воздух. Некоторая незначительная отдача влаги все-таки происходит, а поэтому перед пуском прибора вновь, необходимо проверять его вес.

Кривые гигроскопических свойств полученные нами для пшеничного зерна, муки, отрубей и плодовых оболочек, проведенные при комнатной температуре, показаны на прилагаемой диаграмме.





### Заключение:

1) При неподвижном состоянии вещества влажность из воздуха передается внутрь сыпучего тела не непосредственно из воздуха, а передачей от соприкосновения одной частицы к другой,

2) Скорость поглощения влажности из воздуха отдельными частицами вещества значительно большая чем при непосредственной передаче соприкасающегося продукта с его поверхностью.

3) Метод определения скорости поглотительной способности продукта, находящегося на мельнице в состоянии движения, должен производиться при тех же условиях, что и предусмотрено в данной работе.

4) Влияние температур на поглотительную способность продуктов в пределах от 10 до 40° С. очень незначительно.

## О газолиновой пробе.

преп. Б. С. Дмитриев.

В предыдущей статье была описана обычная методика определения газолинового числа, в том виде, как она принята в американских лабораториях.

В 1928 году появилась книжка датского химика Н. Jørgensen'a „Аналитическое определение отбелки пшеничной муки“ (вероятно на немецком языке).

Эта книжка была прореферирована в журнале *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel*, Heft 5, Mai 1928. Этот номер журнала был получен нами с опозданием на несколько месяцев, так что я не имел возможности воспользоваться новыми данными о газолиновой пробе, имеющейся в этом реферате. Jørgensen применил определение газолинового числа для установления наличия или отсутствия отбелки в муке.

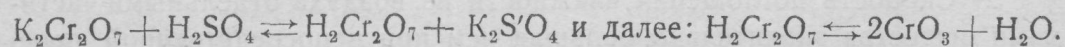
Чувствуя неудовлетворительность старого метода, при котором оттенки сравниваемых растворов лишь очень приблизительно подходят друг к другу, он попытался исправить этот недостаток методики и, как увидим далее, эта задача ему в значительной степени удалась.

Как известно, при пользовании обычной методикой, сравнение окрасок затрудняется тем, что стандартный 0,005% раствор бихромата совершенно лишен слегка красновато-желтого оттенка, свойственного газолиновой вытяжке муки, но напротив имеет желтый с чуть зеленоватым оттенком цвет.

И вот, желая придать раствору бихромата более темный желтый оттенок он воспользовался тем фактом, что растворы  $K_2Cr_2O_7$  при прибавлении кислот, приобретают темный красновато-бурый цвет.

Объясняется это обстоятельство вероятно тем, что при прибавлении кислот к бихромату выделяется свободная двуххромовая кислота, которая частично распадается на хромовый ангидрид и воду.

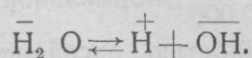
Реакция такая:



Раствор  $CrO_3$  имеет более темную окраску, чем раствор солей с окрашенным ионом  $Cr_2O_7$ . Если-бы реакция между кислотой и  $K_2Cr_2O_7$  была исключительно ионного типа, то теоретически никакого изменения окраски нельзя было-бы ожидать.

Для получения подкисленного раствора бихромата Jørgensen применил не свободную минеральную кислоту, а воспользовался кислым буферным фосфатным раствором с водородным показателем РН равным 5,6.

Не имея возможности вдаваться в подробности, ограничимся только самым кратким объяснением терминов „водородный показатель“ РН и „буферный раствор“, так как это необходимо для понимания видоизмененной методики Jørgensen'a. Число „РН“ характеризует концентрацию иона водорода в водном растворе. Будучи весьма слабым электролитом, вода в очень ничтожной степени разлагается на ионы по уравнению



Как при всякой обратимой реакции тут имеет место динамическое равновесие, определяемое формулой

$$\frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K$$

т. е. произведение концентрации иона  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , деленное на концентрацию не диссоциированной воды, есть постоянная. Найдено, что  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{OH}^-]$  в чистой воде составляет всего  $10^{-7}$  грам — иона в объеме одного литра (при  $22^\circ \text{C}$ ).

Включая концентрацию не диссоциированной воды  $[\text{H}_2\text{O}]$ , в виду ее практического постоянства в константу имеем, что в чистой воде  $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14} = K [\text{H}_2\text{O}] = K_w$  — так называемая константа диссоциации воды.

Теперь не трудно понять, что в любом водном растворе имеются как ионы  $\text{H}^+$ , так и ионы  $\text{OH}^-$ , причем произведение их сохраняет постоянную величину, равную  $K_w = 10^{-14}$ . В так называемой кислой среде концентрация  $\text{H}^+$  будет больше  $10^{-7}$ , а концентрация  $\text{OH}^-$  меньше этой величины, в щелочном растворе отношение обратное. Если скажем имеем  $[\text{H}^+]$  равный  $10^{-2}$  (в случае  $\frac{N}{100}$  раствора сильной кислоты) то  $[\text{OH}^-]$  будет равно  $10^{-12}$  и т. д.

В известных пределах (начиная с деци-нормальных концентраций) концентрацию ионов  $\text{H}^+$  можно обозначить общим выражением  $10^{-P}$ .

При  $\frac{N}{10}$  концентрации  $\text{H}^+$ , Р равно 1, при  $\frac{N}{100}$ , Р равняется 2 и т. д.

По некоторым теоретическим соображениям выражают концентрацию ионов  $\text{H}^+$  не в виде  $10^{-P}$ , а берут отрицательный показатель со знаком минус. Следовательно, если  $[\text{H}^+]$  равно  $10^{-P}$ , то  $\lg [\text{H}^+]$  равняется  $-P$  и  $-\lg [\text{H}^+] = P = P_n$ . Если  $[\text{H}^+]$  равно  $10^{-1}$ , то  $P_n$  равно



1,  $[H] = 10^{-2}$  то РН равняется 2 и т. д. В нейтральном растворе и в чистой воде РН равно 7, в кислом меньше 7, в щелочном больше 7. Теперь мы можем составить себе конкретное представление о том, что из себя представляет раствор с РН равный 5,6. Имеем  $-\lg (H^+) = P_n = 5,6$  следовательно  $\lg [H^+] = -5,6 = \bar{6},4$ . По таблице находим, что (Н) равно 0,000025, т. е. 2,5.  $10^{-5}$  грамм иона водорода в литре.

Примечание: 1 грамм ион водорода есть количество водорода в граммах, численно равное его ионному т. е. в данном случае атомному весу (Н) равняется 1,008.

При концентрации  $\frac{2,5}{100.000}$  нормальной всякую минеральную кислоту можно считать полностью распавшейся на ионы. Достаточно взять 0,25 см.<sup>3</sup>  $\frac{N}{10}$  H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> и развести водой до литра, чтобы получить раствор с РН равным 5,6. Теперь становится ясным, почему Iörgensen не воспользовался для подкисления раствора бихромата просто какой либо кислотой.

Дело в том, что кислоты такой низкой концентрации не могут сохранять величину РН постоянной, так как достаточно какой либо ничтожной примеси, скажем, щелочи стекла для того чтобы изменить величину РН, а от степени кислотности раствора бихромата зависит густота его окраски.

Буферные растворы как раз и обладают способностью поддерживать на одной высоте величину РН, так сказать, принимая на себя "толчки" поступающих в раствор водородных и гидроксильных ионов.

Буфер с кислым РН (меньше 7), вообще говоря, представляет из себя смесь слабо диссоциирующей кислоты и ее щелочной (обычно Na) соли.

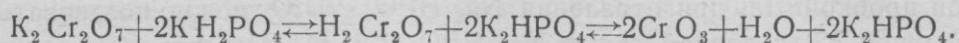
Пользуясь законом концентрации (действия масс) можно вывести общую формулу для кислой буферной смеси. Оказывается, что концентрация иона Н в буферной смеси приблизительно равна константе диссоциации кислоты, умноженное на отношение общей концентрации кислоты (в грамм молекулах) к общей концентрации соли, т. е.  $(H^+)$  равно  $\frac{K (\text{Кисл}) [\text{Кислота}]}{[\text{соль}]}$ . Для уточнения формулы нужно ввести в знаменатель степень диссоциации соли  $\alpha$  ( $< 1$ ).

В частности, фосфатная смесь состоит из однометаллической фосфорной соли KN<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> и двуметаллической Na<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub>. Первая из них дает ионы H<sup>+</sup> и HPO<sub>4</sub> и представляет как бы кислоту H<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>, вторая дает ионы Na и HPO<sub>4</sub> и представляет Na — соль кислоты H<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>. Следовательно для фосфатной смеси можем написать

$$[H^+] = \frac{KN_2 PO_4 [KN_2 PO_4]}{\alpha [Na_2 HPO_4]}$$



эта формула и характеризует буферность смеси. Мы видим, что  $[H^+]$  тут зависит только от отношения концентрации обоих фосфатов, не зависит (в известных пределах) от разбавления раствора водой и, что самое главное, значительно не изменяется от прибавления небольших количеств ионов  $H^+$  и  $OH^-$ , так как тут имеются большие запасы кислоты и соли, которые связывают попадающие в раствор водородные и гидроксильные ионы. Что касается химической реакции, обуславливающей более темную окраску раствора  $K_2Cr_2O_7$  по Iørgensenу, то ее можно написать в таком виде:



После этого необходимого отклонения в область общей химии вернемся к нашей теме. Видоизмененная методика определения газолинового числа такова. По реферату из *Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel* 5, 1928. 40 грамм муки обливаются в 250 см.<sup>3</sup> колбе с притертой пробкой 200 куб. см. газа (температура кипения до 70°), сильно встряхиваются и отстаиваются 16 часов. По истечении этого времени еще раз встряхивают, дают осесть и по возможности не взбалтывая, фильтруют газолиновый раствор через фильтр Schleisher'a и Schüll'я № 589 (голубая полоска), диаметром 11 см.; фильтрат обязательно профильтровывают через новый фильтр того-же сорта. Для предотвращения потерь от испарений, воронка тщательно покрывается часовым стеклом. Для сравнения применялся колориметр Dubosque'a (фирма Hallige in Freiburg). В этом аппарате трубки подвижные, а сосуды для растворов укреплены неподвижно. Шкала имеет в длину 100 мм. В начале опыта погружательные трубки ставятся на 100. Если теперь слой газа сильнее окрашен, чем стандартный раствор, то трубка в газолиновом растворе спускается до уравнивания окрасок. Если трубка была опущена до деления А мм., то газолиновое число будет

$$\frac{10000}{A} \left( \text{т. е. } \frac{100}{A} \times 100 \right)$$

Если же газолиновый раствор окрашен слабее, чем раствор бихромата, то трубка в последнем погружается до уравнивания окрасок. Если трубка опущена до деления „В“ мм., то газолиновое число и будет „В“.

$\left( \frac{B}{100} \times 100 \right)$ . При этом определении нужно пользоваться хорошим дневным освещением, искусственное же освещение непригодно. Оба раствора должны иметь одинаковую нормальную комнатную температуру. Iørgensen подчеркивает, что и в его видоизменении метод требует наличия известной опытности.

Опишу теперь приготовление стандартного раствора  $K_2Cr_2O_7$ . Прежде всего нужно приготовить фосфатный буферный раствор, служащий для разведения в нем  $K_2Cr_2O_7$ . Нужные для этого соли

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  обычно выписывают из-за границы от Merck'a и Kahlbaum'a. Они известны под названием Primäres Phosphat nach Iörgensen ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) и Sechudüres Phosphat nach Iörgensen ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Конечно, их можно приготовить и самому, подвергнув обыкновенные продажные реактивы перекристаллизации и сушке при определенных условиях. Чистый продажный  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  перекристаллизовывают два, три раза из воды, просушивают между листами фильтровальной бумаги, затем в сушильном шкафу, при  $100^\circ$  до постоянного веса. Соль не должна давать реакции на  $\text{Cl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и раствор ее должен быть совершенно прозрачен. Сохранять следует в посуде с хорошо притертой пробкой. Для приготовления  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  можно пользоваться обычной 12-ти водной солью  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Эту соль перекристаллизовывают три раза из воды, подсушивают между листами фильтровальной бумаги, а затем высушивают до постоянного веса одним из двух нижеследующих приемов.

Можно сушить в эксикаторе над хлористым кальцием (Домонтович „Концентрация водородных ионов“). При этом сушка может продолжаться больше месяца, особенно если температура в лаборатории низка. Гораздо лучше, согласно указанию Михаэлиса. „Практикум по физической химии“. (Стр. 56), сушить в сушильном шкафу при температуре  $36-38^\circ$  в течении 2-х дней, причем соль должна быть распределена тонким слоем. Растворы обоих фосфатов применяются  $1/15$  молекулярной концентрации  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  берут точно 9,078 грамм и растворяют в дистиллированной воде, из которой  $\text{CO}_2$  удалено посредством кипячения. Соль растворяется в мерной литровой колбе в еще теплой воде, раствор охлаждается и доводится до литра. Затем желательно раствор перелить в сосуд, защищенный от  $\text{CO}_2$  посредством трубок с натронной известью („практикум“ Михаэлиса стр. 56) Для приготовления  $1/15$  молекулярного раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворяют в одном литре 11,876 грамм этой соли  $\left(\frac{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{15} \text{ гр.}\right)$  таким же образом, как и в предыдущем случае. Для приготовления буферного раствора с  $\text{РН}$  равной 5,6 нужно смешать 5 объемов раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  и 95 объемов  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Для полной уверенности в том, что в полученном растворе значение  $\text{РН}$  действительно равно 5,6 желательно, если это возможно, проверить величину  $\text{РН}$  электрометрическим путем.

Обычно при тщательном приготовлении солей и раствора, отклонение от требуемой величины, очень незначительны 0,005% раствор  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  удобно готовить так: 5 грамм перекристаллизованной и высушенной при  $130^\circ$  соли, растворяют в 2-х литрах воды, берут оттуда 20 куб. сант. и доводят приготовленным буферным раствором до литра. Раствор с течением времени изменяется, вероятно потому, что подкисленный раствор бихромата, обладая некоторой окислительной способностью, действует на мельчайшие примеси, попадающие из воздуха, изменяя при этом оттенок своей окраски.

Для ознакомления с методикой было проделано несколько опытов. Массовых определений, я, к сожалению, не мог сделать, во первых, в виду отсутствия образцов свежей чисто-пшеничной муки, и во вторых, вследствие трудности получения больших количеств газолина, который приходилось отгонять самому из бензина. Прежде всего необходимо отметить, что при пользовании подкисленным раствором бихромата сравнение окрасок, безусловно очень облегчается. Разница в оттенках незначительна, причем окраска стандартного раствора имеет насыщенный желтый оттенок, довольно близко подходя к несколько, я бы сказал, более тусклому оттенку газолинового раствора.

Лучше всего производить опыты на прямом солнечном свете. Конечно, этот случай обычно может быть только исключением, в теплое время работа на прямом свете невозможна, вследствие испарения. Особенно хорошее совпадение окрасок получалось при слабых концентрациях пигментов.

Два образца муки были замешаны с двойным количеством газолина (отношение 10 грамм на 100 куб. сант., а не 20 грамм на 100). При этом были получены слабо окрашенные вытяжки, давшие при сравнении со стандартом, почти идеальное сходство оттенков. Измерение были произведены с 3-мя сортами муки, при чем я пользовался, как подкисленным, так и обычным раствором бихромата. Как видно, результаты совпадают, но не вполне удовлетворительно.

### Газолиновое число.

	Раствор с буфером	Раствор без буфера	Зола
1 сорт	62,3	60,3	0,50
2 "	81,3	83	0,75
3 "	94,6	90	1,25

Причина этого не совпадения, нужно думать, субъективного характера, недостаточность опыта.

При уменьшении концентрации пигментов в 2 раза, газолиновое число уменьшилось примерно во столько-же раз.

	20 грамм муки 100 куб. сант. газолина	10 грамм муки 100 куб. сант. газолина
1 сорт	62,3	33,1
2 "	81,3	39,6

Обращают на себя внимание малые величины газолинового числа в испытанных образцах. Объяснить это можно главным образом тем, что мука хранилась 1 год. Если взять американские данные, то увидим, что цифры для первого и второго сорта муки, после 30-ти недельного хранения, колеблются в пределах 48—88 (в различных сортах пшениц).



Кроме того вероятно не без влияния осталась низкая температура лаборатории. В заключении был проделан опыт применения более кислого раствора  $K_2Cr_2O_7$  с  $P_n=3$ . Окраска такого раствора довольно заметно отличается от окраски Iörgensen'овского раствора, будучи несколько темнее, при чем сравнение окрасок оказалось менее удобным.

### Выводы.

Предложенная Iörgensen'ом методика определения газолинового числа в значительной степени исправляет основной недостаток старой методики, давая возможность удовлетворительного уравнивания окрасок раствора газаolina и бихромата. Введение этой методики в нашу практику может стать актуальным вопросом, принимая во внимание, что наше зерновое хозяйство рано или поздно будет упорядочено, что уже имеет место в Америке.

Кроме того, в связи с экспортом возможно введение у нас процесса отбелики муки. А в этом случае газолиновая проба будет применяться для учета наличия и степени отбелики. Не вполне исключается возможность применения газолиновой пробы, как вспомогательного стандартного определения и при существующем разнообразии ассортимента пшеницы, если считать, что этот ассортимент будет оставаться постоянным.

Этот вопрос для каждого района могли бы выяснить районные лаборатории, ведя анализы несколько лет кряду.

### Литература:

1. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel, Heft 5 1928.
2. Michaelis. Wassestoffionconcentration.
3. Михаэлис. Практикум по физической химии.
4. Домонтович. Концентрация водородных ионов.

## К работе машин механического дробления.

М. Л. Шехтман.

### ЗАТРАТА ЭНЕРГИИ НА РАБОТУ ЖЕРНОВОВ<sup>1)</sup>.

В существующей по мукомольной специальности литературе до сих пор не имеется обоснований необходимости того количества энергии, которую требуют для работы жернова. Это объясняется тем, что почти не представляется возможным учесть все сопутствующие их работе обстоятельства. Однако, по нашему мнению, подходя к этому вопросу постепенно, выясняя все элементы работы можно значительно приблизиться к правильному решению этой задачи. По изложенному в курсе проф. Гиршсона, способу определения сил в работе жерновов мы находим выражение:

$Q = e(N - a)$  где:  $Q$  в кг. производительность жернова в кг. в 1-цу времени.

$e$  — в кг. производительность на 1 HP в 1-цу времени.

$N$  — число сил потребляемых жерновом.

$a$  — „ „ на вредные сопротивления.

По сути своей эта формула верна, хотя она и требует проведения целого ряда опытов в каждом отдельном случае. Все данные приведенные в курсах профессоров: Афанасьева, Кика, Гиршсона — разнятся, однако, цифровыми величинами.

В нашем исследовании мы пойдем другим путем. Постараемся определить число потребных сил, исходя из условий резания<sup>2)</sup> и сдвигающих усилий, необходимых для разрушения зерна. Рассмотрим какие создаются условия для движения и перерезания частиц в жернове, затем найдем форму и длину траектории.

При движении верхней нитки<sup>3)</sup> жернова „АВ“ совместно с частицей и встрече ее с неподвижной ниткой, действующие силы можно

<sup>1)</sup> В скором времени мною будет закончено исследование статики, динамики и работы вальцевых станков. Исследование работы жерновов проделано только как первый этап теории дробления.

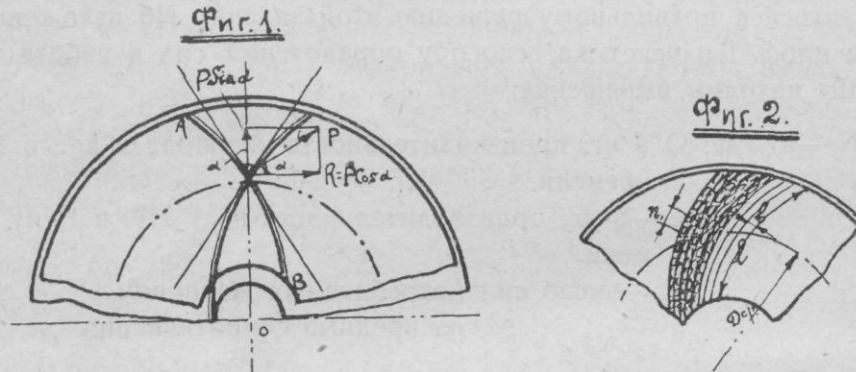
<sup>2)</sup> Резание рассматривается нами, как неосновной фактор.

<sup>3)</sup> Под нитками мы разумеем мелкую нитевую насечку оскардой всей поверхности камня. Фактически она играет основную роль в разрушении, хотя размол продукта может происходить и без нее.

представить (см. фиг. 1) так: выталкивающее  $= P \sin \alpha$ , и перерезающее  $= P \cos \alpha$  где „P“ сила нормальная движущейся бороздке или нити. Перерезающая сила  $R = P \cos \alpha$ , действует на частицу разрушающим образом, при чем разрушение ее происходит после того, как грань прошла какой то участок пути, деформируя сдвигаемую часть. Опытными данными проф. Кик, Афанасьев, найдено, что этот путь для материала зерна равен примерно  $0,2 \delta$ , где  $\delta$  есть размер зерна. После этого зерно претерпевает столь значительную деформацию<sup>1)</sup>, что не требует почти усилий для разрушения в плоскости действия силы. Следовательно перерезающей силой назовем  $R = P \cos \alpha$ , если через  $\alpha$  обозначим угол, образуемый касательной к неподвижной бороздке или нити, и радиусом проведенным из центра через точку резания. В том случае если бы у нас не было в наличии проталкивающей силы  $P \sin \alpha$ , работа резания могла бы быть выражена так:

$$T_0 = E \cdot \frac{1}{n_1} \cdot \frac{\pi \cdot D \text{ ср.}}{b} \quad \text{где} \quad \frac{\pi D \text{ ср.}}{b} = n \quad \dots \dots \dots (1)$$

где „E“ выражает работу проведенную на элементарном участке режущей кромки камня, в предположении, что „ $n_1$ “, есть незаполнение



пролета между расположившимися зернами, т. е. равное расстояние между центрами двух зерен. Мы предполагаем, что продукт располагается в виде целого ряда линий, идущих параллельно нитевым насечкам жернова (см. фиг. 2).

$l$  — длина нитки,  $b$  — расстояние между вершинами ниток,  $n$  — число ниток.

Не смотря на то, что  $n_1$  — расстояние между частицами в направлении касательных нитевым линиям вошли в рассмотрение, мы не введем поперечных расстояний, вследствие предположенного ранее уже нитевого расположения частиц. На участке камня с длиной нитевой полоски, или в частном случае, бороздки „ $dl$ “ действует сила „P“. Независимо от размера площадки резания будем считать ее приложенной в центре тяжести частицы, имеющей массу „ $m$ “ (см. фиг. 3).

<sup>1)</sup> Переходя через временное сопротивление.

Действие силы „Р“ можно определить, как разрушающее в этом участке, проектируя все действующие силы на касательную в окружности, проведенной через точку разрушения (ц. т. частицы) Т—Т, а путь по направлению  $0,2 \delta$ , в предположении, что если это зерно, то оно ложится длинной стороной вдоль нити. Тогда работу нити можно представить так:

$$T_{\text{эл.}} = P \cdot \cos \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot \cos \alpha \cdot dl \dots \dots \dots (2)$$

Это элементарная слагающая всей работы действующая на длине „dl“ одной нити. Выражение всей ее работы будет:

$$T_1 = \int_{L_0}^{L_1} P_1 \cos^2 \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot dl = P \cdot \cos^2 \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot (L_1 - L_0) \text{ кг. см. сек.} \dots (3)$$

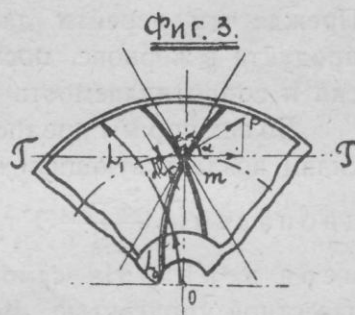
Это работа на длине одной нити или бороздки считая усилие „Р“ постоянным на пути  $(L_1 - L_0)$ . Однако, при все увеличивающемся отношении  $\frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0}$  — где  $\xi_0$  и  $\xi_1$  — начальный и конечный размер обрабатываемого продукта, т. е. при все увеличивающемся относительном разрушении частиц усилие „Р“, приходящееся на тот же элементарный участок пути „dl“, будет увеличиваться. При чем, т. к. сила „Р“ очевидно работает на срез и на сдвиг (в рассмотрении мы их приравниваем), то она пропорциональна площадям среза продукта. Это значит, что сила „Р“ есть функция поверхности разрушения и ее можно представить как:  $P = f(F)$ . Так как для „количества“ разрушения частиц обрабатываемого продукта нельзя подвести никакого закона изменения его площадей, то задача эта может быть решена в теоретическом виде и поправлена соответствующими коэффициентами. Тогда т. к.  $P = f(F)$ , то интеграл уравнения (3) будет иметь вид двойного интеграла:

$$T_1 = \int_{P_0}^P \int_{L_0}^{L_1} P_1 \cos^2 \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot dl \dots \dots \dots (4)$$

где „Р<sub>0</sub>“ усилие первоначальное, а „Р“ конечное, возрастающее пропорционально с увеличением

$$\frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0}.$$

Для того, чтобы возможно было проинтегрировать проще наше выражение, постараемся площадь суммарной поверхности срезов частиц F выразить через занимаемые ими небольшие участки площадей на дли-





не „dl“ т. е.  $F = \lambda \cdot b \cdot dl$  — где  $\lambda$  — коэффициент приведения<sup>1)</sup>, а „b“ ширина рассматриваемой нами полоски. Тогда „P“ =  $\lambda \cdot b \cdot \sigma \cdot dl$ , где „σ“ напряжение допускаемое на 1 кв. мм. Подставляя это выражение в (4) получим:

$$T_1 = \int_{L_0}^{L_1} P_0 \cos^2 \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot \sigma \cdot \lambda \cdot b \cdot dl \cdot dl \text{ кгp. см. сек.} \quad (5)$$

Величина „b“ в долях длины окружности. Работа выраженная этим уравнением представляет работу одной нитевой бороздки длиной  $(L_1 - L_0)$  и шириной „b“ в предположении, что сдвиг или срез произошел в направлении ширины. Работа всей поверхности найдется как:

$$T = \int_0^{360} T_1 da \quad (6)$$

Если предположить, что нитевые насечки располагаются „K“ штук на 1° т. е. 360:  $K = Z$ , тогда пределами надо брать значения Z-ов. Прежде чем перейти далее, к рассмотрению вопроса о траектории продукта в жернове, посмотрим как можно квалифицировать действие сил и сопротивляемость им частицей.

До сих пор мы предполагали, что частица сопротивляется жестко силам воздействующим на нее, и что эти силы очевидно пропорциональны  $\frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0}$ <sup>2)</sup> т. е. относительному изменению размера зерна. На самом же деле зерно, как индивидуум обладает известной упругостью. Вообще говоря, упругость всякого тела определяется как частное от деления приращения напряжения на приращение относительного удлинения или сжатия<sup>3)</sup>.

Исходя из самого понятия об упругом теле, следует признать, что потенциальная энергия накапливаемая зерном при его деформации зависит от окончательного изменения его формы, и определяется им (см. фиг. 10).

Те независимые величины, которые определяют изменения формы зерна в данном случае: значение радиуса  $\rho$  и нормальной силы давления  $N$ , т. к. при увеличении  $\rho$  увеличиваются и относительные изменения размеров зерна. Аналогичное же явление происходит и при функциональном возрастании величины нормальных сил  $N$ . Если выразить независимые величины координатами, то мы получим возможность определять потенциальную энергию (внутр. силу упругости), как функцию этих координат. Все наши предположения относительно свойств, конфигурации, и структуры зерен будут направлены к воз-

<sup>1)</sup> Его среднюю величину необходимо определить опытным путем для каждого рода помола отдельно.

<sup>2)</sup> До пределов пропорциональности.

<sup>3)</sup> Нам пришлось с целью детального освещения вопроса затронуть механическую технологию зерна. Понятие об упругих реакциях зерна впервые вводится автором.

можному упрощению. Мы предполагаем, что изменения, как объемные так и линейные подчиняются до предела пропорциональности закону Гука. Однако, это в равной степени нельзя отнести ко всем культурам зерен. Более всего имеет основание подсчет быть примененным к твердым породам.

В отношении зерна нам придется ввести модуль поперечной упругости, или так называемый модуль жесткости, что представляет собой перерезывающее напряжение, деленное на относительное сдвигание. Аналогичным же образом вначале работы происходит и объемное изменение нашего зерна (если это зерно).

При чем, под объемной упругостью мы должны понимать отношение приращения давления к относительному уменьшению объема. Это явление протекает в том случае, когда зерно подвергается сжатию кромками нитей до начала его разрушения (см. фиг. 4).

претерпевая уменьшение объема. В таком случае при приращенном значении усилия  $P + \Delta P$ , мы имеем изменение объемное  $V + \Delta V$

при чем, объемное относительное сжатие  $= -\frac{\Delta V}{V}$ ,



Фиг. 4.

т. к. величина объема зерна будет расти отрицательно. Тогда объемную упругость можно представить так:

$$e = -\frac{\Delta P}{\frac{\Delta V}{V}} = -V \frac{dP}{dV}, \text{ при неограниченном уменьшении } dV \dots (7)$$

Эта величина „e“ после интегрирования даст нам возможность определить то усилие, которое необходимо для ее преодоления. Из (7) мы имеем:

$$dp = -e \frac{dV}{V}; p = -e \int \frac{dV}{V} = -e \lg V + c \dots (8)$$

Для точного определения того усилия, которое необходимо для разрушения зерна следовало бы поступить так: мы знаем, что выражение неоднородности массы тела (а зерно является именно таковым) в данном случае эллипсоида вращения<sup>1)</sup> можно представить как функ-

<sup>1)</sup> Ближайшая форма тела вращения, подходящая к зерну—эллипсоид вращения, хотя в практике работы нам придется ввести коэффициент незаполнения на бороздку зерна.

На этот подсчет теоретического характера мне могут возразить, мотивируя, весьма как будто сильными, отступлениями нашего исследования от истинной формы зерна. Необходимо сказать, однако, что нами имелись в виду зерна с весьма небольшой глубиной бороздки или отсутствующей почти, как у ячменя. В применении к зернам мягких культур необходимо ввести в рассмотрение разрушение балочек, вырезанных из зерна и перенесение главных осей ближе к спинке. В этой же ст. мы считаем невозможным затронуть все многочисленные вариации.

цию 3-х координат:  $m=f(x, y, z)$  при чем масса его выразится в общем виде так:

$$M = \iiint m \cdot dx \cdot dy \cdot dz = \iiint f(x, y, z) dx \cdot dy \cdot dz \quad \dots (9)$$

где  $dx, dy, dz$ , суть расстояния точки ц. т. от начала осей, если предположить, что зерно сдвинуто против фиг. 5. Пойдем обычным методом для нахождения усилий разрушения: найдем сперва объем и момент инерции нашего зерна. Полагаем, что зерно (см. фиг. 5) не претерпевает изменения по оси  $xx$ . Тогда уравнение эллипса можно переписать так:

$$\frac{y^2}{b^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)} + \frac{z^2}{c^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right)} = 1$$

и его полуоси:

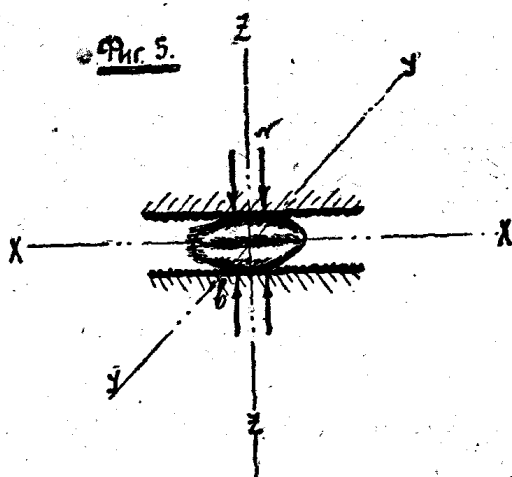
$$b = \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}; \quad c = \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}};$$

площадь найдется отсюда, как:

$$\Omega = \pi \cdot b \cdot c \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right),$$

а объем будет равен:

$$\pi \cdot b \cdot c \int_{-a}^{+a} \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) dx = \frac{4}{3} \pi \cdot a \cdot b \cdot c.$$



этот же результат мы должны получить при рассмотрении фиг. 6. Зерно представлено, как выше указывалось нами в виде эллипсоида вращения. Наименование осей относительно положения зерна изменено. Уравнение эллипсоида вращения:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1.$$

Рассмотрим для упрощения  $1/8$  часть его, т. е. октант, находящийся в первом квадранте  $oabc$ . Разделим всю рассматриваемую область параллельными плоскостями на весьма близком расстоянии друг от друга —  $\Delta x$ , и параллельными в то же время вертикальной плоскости проекций  $zoу$ .

По оси  $z$ -ов нижним пределом нашего интеграла будет 0, что доказывает рассмотрение пл.  $oab$ , где  $z=0$ , а верхним пределом, следовательно, решение уравнения относительно оси  $z$ , т. е. равное

$$c \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}}.$$

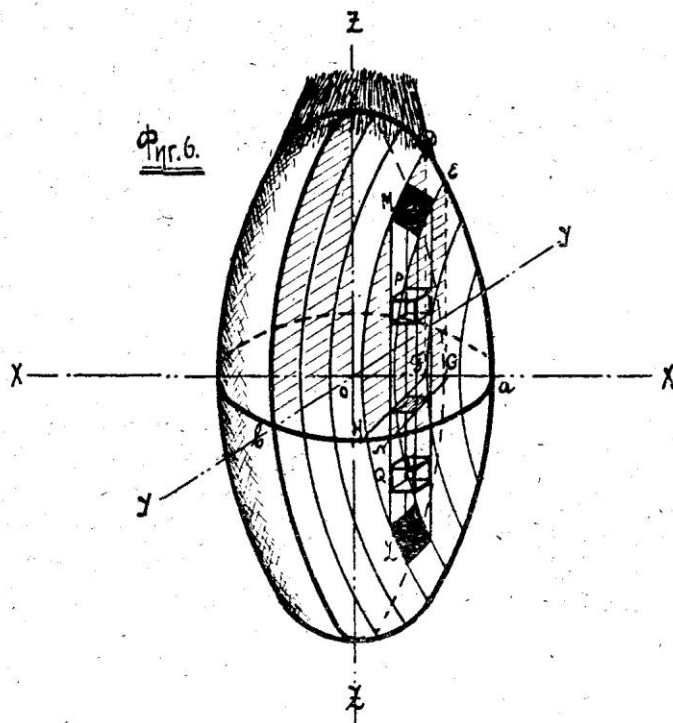
Интегрируя дальше по  $y$  мы заметим, что этим суммируем все вертикальные столбцы элементарных кубиков  $P$  и  $Q$ . Пределами  $y$ -ов будут, очевидно, 0 и

$$gH = b\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}},$$

т. к. в этом случае величина  $z$  попрежнему равна 0, а верхний предел получается от решения измененного уравнения, принимающего вид уравнения эллипса:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$

Затем, интегрируя по  $x$  мы суммируем все слои рассматриваемого



октанта. Пределами будут, как ясно видно из фиг. 6, 0 и  $a$ . Объем всего эллипсоида представится тогда, как:

$$V_{\text{эл.}} = 8 \int_0^a \int_0^{b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}} \int_0^{c\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}} dz \cdot dy \cdot dx$$

решая его последовательно найдем:

$$V_{\text{эл.}} = 8c \int_0^a \int_0^{b\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right)^{\frac{1}{2}} dy \cdot dx = \frac{4}{3} \pi \cdot a \cdot b \cdot c \dots \dots (10)$$

Как видно результат один и тот же.

Момент инерции зерна в общем виде (см. фиг. 5):

$$I_{x,y,z} = m \int \int \int x^2 dx \cdot dy \cdot dz = m \int_{-a}^{+a} x^2 dx \cdot \int \int dy \cdot dz \quad (11)$$

Однако, площадь его, как мы видим уже из уравнения (11) при сечении плоскостью  $zox$ , при

$$x = \text{Const была} = \int \int dy \cdot dz,$$

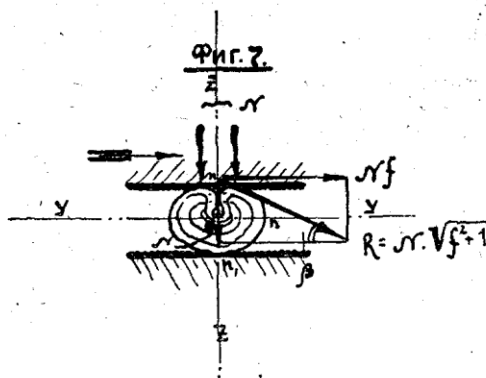
следовательно,

$$I_3 = m \cdot \pi \cdot b \cdot c \int_{-a}^{+a} \left( x^2 - \frac{x^4}{a^2} \right) dx = m \cdot \pi \cdot b \cdot c \left( \frac{2a^3}{3} - \frac{2a^3}{5} \right) = \frac{1}{5} a^2 \cdot M \quad (12)$$

где  $M$  по предыдущему вся масса зерна (форм. 9). Искомые моменты инерции относительно осей  $x$ ,  $y$  и  $z$  будут:

$$\frac{b^2 + c^2}{5} M; \quad \frac{c^2 + a^2}{5} M \quad \text{и} \quad \frac{a^2 + b^2}{5} M.$$

В рассмотрении направления деформирования частей я думаю, мы не уйдем далеко от истины, полагая следующее: при действии нормальной силы на зерно, оно претерпевает изменения только по осям  $y-y$  и  $z-z$  (случай фиг. 5),



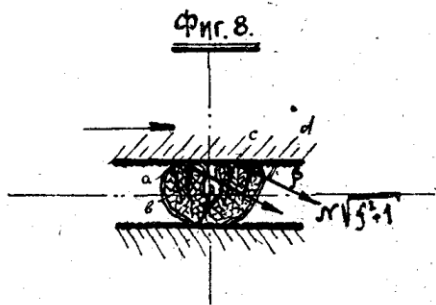
так как в направлении оси  $x-x$  нормальные силы будут распространены на слишком небольшую величину поперечного сечения зерна. В таком случае, по оси  $z-z$  зерно изменит свою величину к меньшей, а по оси  $y-y$  к большей, за счет поперечного растяжения. Наиболее растянутым из всех волокон будет очевидно,  $np_1$ , и расположено оно будет по оси  $y-y$ , если следовать черт. 7. Расстояние его от одной из главных осей напряжений  $on=y=b$ . Разделив момент инерции сечения зерна относительно той же оси на расстоянии  $on=y$ , получим момент сопротивления сечения зерна

$$w_3 = \frac{c^2 + a^2}{5y} \cdot M = \frac{x^2 + z^2}{5b} M^1).$$

<sup>1)</sup>  $w_3$  — фиктивный (кажущийся) модуль сопротивления зерна от действия сил продольной и поперечной фактически производящих изгиб слоев зерна, по направлению сил  $N$  с вылетом „ $on$ “.

Таким образом для нахождения величины сжатия и поперечного растяжения зерна, подвергающегося действию одной только силы  $N$  необходимо знать допускаемое напряжение на 1 кв. мм. материала зерна. Для твердых культур  $\sigma = 1 - 1,9$  кгр. кв. мм. Величина же силы  $N$  определится из выражения:  $N = w_s \cdot \sigma_s \cdot 0,5$ , где величина 0,5 может представить модуль Пуассона для полуизотропных тел (зерна).

В том случае, когда у нас верхний жернов вращается и все элементы его поверхности нажимающие с силой  $N$  на зерна, или отдельные частицы их, сдвигаются относительно точек соприкосновения последних с нижним жерновом, (фиг. 7) очевидно примет вид фиг. 8. Так как усилие сдвига, суммируясь с нормальным давлением  $N$ , по правилу параллелограмма дает слагающую  $R$ , направленную под углом  $\beta$  к горизонтали, то деформация частицы будет протекать совсем не так, как при действии одной силы  $N$ . Отдельные слои крахмала начнут скалываться по линиям,  $a, b, c, d$  (см. фиг. 8) и в первую очередь зерно разрушится по наиболее слабому сечению бороздки так, что последующим этапом начнут разрушаться половинки зерен. Охватить весь процесс дробления, как мы уже указывали, не представляется возможным и потому указаны лишь вероятные, пути разрушения зерен. Если обозначим через „ $P$ “, как раньше перерезывающее усилие,  $\delta$  поперечный размер зерна и  $\frac{d\delta}{\delta}$  относительное сдвигание одной части зерна над другой, то величина этой упругости скажется так:



$$l_1 = dp : \frac{d\delta}{\delta} = \delta \cdot \frac{dp}{d\delta}.$$

Эта величина упругости сопротивляется сдвигу в плоскости действия перерезывающих сил. В случае постоянного давления ее величина будет равна 0. Принимая относительные изменения размеров частиц от входа в очко жернова и до периферии за  $\frac{\xi_0 - \xi_1}{\xi_0}$ , увидим, что при определенном расстоянии между жерновами эта величина для данной культуры постоянная. Тогда выражение сил упругости целого ряда подвергающихся сечению зерен при числе их в одном ряду  $\left(\frac{L_1 - L_0}{n_1}\right)$  будет:

$$E = \frac{L_1 - L_0}{n_1} \int \delta \frac{dp}{d\delta} d\delta = \frac{L_1 - L_0}{n_1} \delta \cdot P + c_1 \dots \dots \dots (13)$$



Величина постоянной  $C$ , может быть определена при  $E$  равном 0 т. е. в момент фиксированного нажатия на ряд частиц, тогда:

$$C_1 = - \left( \frac{L_1 - L_0}{n_1} \right) \delta \cdot P.$$

В случае равенства „ $P$ “ и  $C$ , получим из (13):

$$E = P \left[ \frac{L_1 - L_0}{n_1} \delta \pm 1 \right] \dots \dots \dots (14)$$

Величина „ $P$ “ определяется при различных состояниях зёрна (сухое, влажное, мокрое, стекловидное, мучнистое и т. п.) опытным путем в лаборатории.

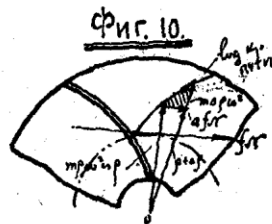
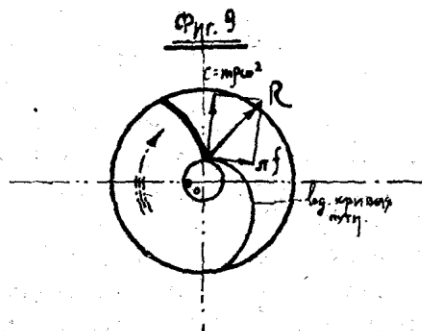
Перейдем теперь к рассмотрению формы и длины траектории зерна. Частицы подвергаются одновременно увлекающей силе жернова, являющейся следствием сцеплений между частицами и материалом камня и с другой стороны действию центробежной силы, которая стремится выбросить продукт к периферии. Вследствие действия этих сил частица будет двигаться по диагонали построенного параллелограмма сил в каждой точке фиксированного пребывания частицы. Таким образом она опишет некоторую непрерывную линию, напоминающую спираль (см. фиг. 9). В начале движения действуют:

$$1) C_{cp.} = m\varrho \cdot \omega^2, \text{ и } 2) Q_{cd.} Nf = N \operatorname{tg} \varphi,$$

величиной диагональной слагающей будет, если мы пренебрежем значениями кривизны на участке пути:

$$F = \sqrt{[m\varrho \omega^2]^2 + N^2 \operatorname{tg}^2 \varphi}$$

и в каждый следующий момент движения, величина радиуса  $\varrho$  получает приращение  $d\varrho$ , однако, как бы ни возрастало значение  $\varrho$ , оно не может превысить внешнего размера жернова  $R$ . Одновременно же получает



приращение  $dN$  сила  $N$ , так как частица все ближе и ближе подходит к мелющему полюсу жернова (см. фиг. 10). Тангенс угла наклона, т. е. угла составленного касательной к траектории частицы и касательной к окружности концентрической жернову,  $\operatorname{tg} \gamma$ , можно выразить через отношение приращений  $\frac{d\varrho}{dN}$ , а принимая в пределе их бесконечное уменьшение можно взять:  $\frac{d\varrho}{dN}$ .

Как известно, (из курса проф. П. Козьмина) силы действующие на частицы с точки зрения рационального их выбрасывания должны при проектировании на касательную к неподвижной бороздке дать величину больше 0, а на нормаль к ней  $= 0$ . Из этого условия найдено, что угол встречи бороздок  $\alpha$  должен быть больше  $2\varphi$ , или при аналогичной насечке нитей нижнего и верхнего жернова  $\langle \gamma \rangle \varphi$ , исходя из этого следует, что

$$\frac{d\varphi}{dN} \geq \operatorname{tg} \varphi; d\varphi = \operatorname{tg} \varphi \cdot dN; \varphi = N \operatorname{tg} \varphi C_1 \dots (15)$$

Таким образом, выражается закон возрастания радиусов в зависимости от нормальной силы. Как нами раньше уже указывалось, теоретически определить траекторию продукта почти не представляется возможным. В значительной степени сказывается и сила струи воздуха. При вращающемся нижнем жернове, вопрос решается несколько проще и кривая усматривающая свободное движение частицы, под действием центробежной силы и силы трения <sup>1)</sup> будет разверткой круга. В нашем случае опыты показывают, что вероятная форма кривой логарифмическая спираль. Подобие этого пути описывает цветной мелок, брошенный в глотку жернова.

Пусть наша частица „К“ (см. фиг. 11) движется с некоторой постоянной угловой скоростью  $\omega$  вокруг центра 0, совершая путь по логарифмической спирали. Движение ее относительно оси X или оси MN, есть движение проекции точки K на нашу прямую и логарифмическое приращение пути  $x$ -ов есть  $\pi \cdot \operatorname{Ctg} \alpha$ , если  $\alpha$  угол спирали. В логарифмической спирали  $\alpha = \operatorname{Const}$ . Тогда площадь, полученная в диаграмме S—P, где S—путь, а P сила, даст нам работу, необходимую для продвижения частицы на этом пути. Длина пути может быть найдена следующим образом: уравнение кривой имеет вид:



$$r = ae^{m\varphi}; \text{ где } m = C \operatorname{tg} \alpha, \text{ тогда } S = \frac{r}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{ae^{m\varphi}}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{ae^{C \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi}}{\operatorname{Cos} \alpha}$$

$$\lg S = \lg ae^{C \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi} - \lg \operatorname{Cos} \alpha = C \operatorname{tg} \alpha \cdot \varphi \cdot \lg ae - \lg \operatorname{Cos} \alpha \dots (16)$$

Отсюда можно найти длину пути продукта при разных D—жернова.

Переходя к рассмотрению значения при работе жерновов струи воздуха мы хотели бы несколько затронуть историю этого вопроса: Еще в классическом труде проф. Зворыкина упоминается о важности струи воздуха, просасываемой тем или иным способом сквозь рабочее пространство жерновов. Проф. Козьмин совершенно также считает целесообразным воздействие струи воздуха во время работы. В общем же пользу приносимую ею можно кратко резюмировать так:

<sup>1)</sup> От собственного веса — m.g.f.

1) Она охлаждает все рабочее пространство, омывая, как поверхности жерновов, так и разрабатываемый продукт.

2) Уносит с собой нагретый воздух, присутствие которого является нежелательным в столь интенсивно работающих органах.

3) Способствует вынесению размельченных частиц наружу, давая слагающую с центробежной силой частицы.

Мы немного несогласны, однако с мнением проф. Козьмина о бездейственной роли бороздок, как вентилятора. Дело в том, что высказывая это мнение в своей книге, проф. Козьмин основывается на следующем: вследствие того, что нагнетание и насыщение воздуха происходит в одной и той же обечайке жернова и нет перепада давления воздуха, то, следовательно, нет и энергичного тока струи. Благоприятными условиями для возможности существования такого тока следует считать присоединения обечайки предварительно оборудованной направляющими и клапанами к магистрали воздухопровода или специальному эксгаустору. Безусловно, в большей своей части это так. Однако, свести на нет значение бороздок, как вентилятора нельзя тем более что обечайка не есть герметически закупоренное пространство, а имеет два воздушных окна, вход и выход продукта. С другой стороны проф. Гиршсон в своем курсе дает подсчет кубатуры перемещаемого бороздками жернова воздуха и приходит к следующим выводам: обмен всего объема воздуха, находящегося в молотовом пространстве вместе с объемом воздуха в подводящем аппарате происходит  $1\frac{1}{2}$  в секунду. Очевидно, за этот промежуток времени даже столь невеликий объем не сумеет значительно нагреться.

Далее, в том случае, если считать, что форма поперечного сечения бороздки далека от формы крыла вентилятора, все таки ее проекция на вертикальную плоскость дает некоторую положительную величину. Посему следует признать роль бороздок значительной. Пусть частица очутилась в бороздке после некоторого промежутка пути, пройденного в рабочем пространстве. На нее сразу же по вылете в сравнительно свободный участок действуют следующие силы:

1) Сообщенная слагающая сила от действия сил центробежной и трения.

2) Сила струи воздуха и

3) Сила тяжести.

Как мы уже знаем из предыдущего рассмотрения первая сила выражается в произвольном участке так:

$$F_1 = \sqrt{(mg\omega^2)^2 + N^2 \operatorname{tg}^2 \varphi} \quad \text{и} \quad F_2 = \frac{\Delta}{g} \cdot \xi \cdot \omega \cdot v^2; \text{ где:}$$

$\Delta$  — уд. вес продукта как сыпуч. тела.

$g$  — ускорение силы тяжести.

$\xi$  — коэф. учитывающий форму частицы.

$\omega$  — площадь попер. сечения,  $v$  — скорость струи воздуха.

Под действием этих двух сил, из которых вторая направлена радиально, а первая по направлению к касательной кривой пути, части-

ца получит сильный сдвиг к выходу в бороздке. Геометрическая составляющая этих усилий может быть представлена диагональю параллелограмма и из косоугольного треугольника А, В, С, найдем, что (см. фиг. 12).

$$R_F = \frac{A}{g} \cdot \xi \cdot \omega \cdot v^2 \cos \delta_1 + \sqrt{(mg\omega^2)^2 + N^2 \operatorname{tg}^2 \varphi} \cos \delta_2 \quad \dots (17)$$

Величина этой силы действует на участке такой длины, которую проходит частица до перехода к противоположной грани бороздки, и где она может быть вновь захвачена нитями жернова,—либо к вылету за периферию камня. Резюмировать действие всех работ совершаемых жерновом можно так: на поступаемый в глотку жернова продукт с момента его попадания в захватывающие элементы жернова действуют:

1) Сила нажатия верхнего жернова  $\Sigma N$ , создающая силу трения, которая способствует частице увлекаться жерновом. Чем больше вес верхнего жернова, тем больше и величина  $N$ .

2) Центробежная сила, образующаяся вследствие вращения всей массы продукта и зависящей от диаметра жернова.

3) Сила необходимая для преодоления всех сил упругости частиц разрабатываемого продукта, при чем этот пункт должен быть учтен в момент загрузки камня или пуска вновь после остановки. Во всяком случае введение силы упругости следует производить в каждом отдельном случае, сообразываясь с сопутствующими обстоятельствами.

4) Сила струи воздуха, действующая с особой эффективностью в свободных пролетах бороздок.

5) Вредные сопротивления, которые складываются из необходимости преодоления.

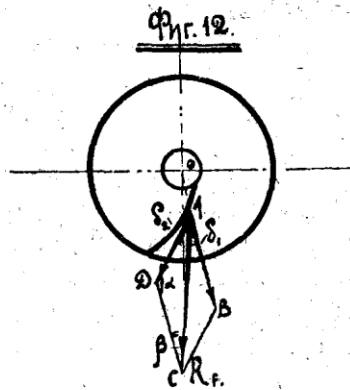
- а) силы трения в кружловине и подшипниках,
- б) неуравновешенности самого жернова,
- в) момента скольжения привода и жесткостью передачи (в случае ременной).

Тогда сумма всех сил, необходимых для работы жернова выразится:

$$T_s = \int_{\alpha=0}^{\alpha=360} T_1 d\alpha + (-e \lg \Sigma v) + P \left( \frac{L_1 - L_0}{n_1} \delta + 1 \right)^{\dots} + R_F + R_b^1) \quad \dots (18)$$

где  $R_b$  — усилие, необходимое для преодоления всех вредных сопротивлений.

<sup>1)</sup> Выражение  $P \left( \frac{L_1 - L_0}{n_1} \delta - 1 \right)$  взято в кавычки, т. к. введение его необходимо при наличии чистого резания.



Окончательный вид формулы, характеризующий те первостепенные величины, которые должны войти в рассмотрение не являются, однако, видом могущим быть сейчас примененным на практике. Для этого необходимо ввести опытный коэффициент работы  $\eta_p$ . Коэффициент этот должен быть определен ведением опытного помола на жерновах, различных культур хлебных семян. Совершенно также необходимо и введение коэффициента при различной крупноте помола.

Однако посмотрим примерным подсчетом, насколько соответствует действительности выведенная нами формула: рассмотрим ее почленно:

$$\int_{\alpha=0}^{\alpha=360} T_1 d\alpha = \int_0^{360} \int_0^{360} P_0 \cos^2 \alpha \cdot 0,2 \delta \cdot \sigma \cdot \lambda \cdot b \cdot d\alpha \cdot dl \cdot dl$$

Сперва интегрируем по переменным  $dl$  принимая  $P_0 = 9$  kg. (данные исследований Кика, Афанасьева, лабор. Одес. Муком. Института), угол  $\alpha$  принимая  $30^\circ$ , т. е. угол, образуемый касательной к нитке с касательной к окружности концентрической жернову. Принимая „ $\delta$ “ толщину зерна  $\approx 3,5$  мм., „ $\sigma$ “ — напряжение на  $1$  мм.<sup>2</sup> твердого зерна в ср. —  $1$  кгр. (данные лабор. изыск. инж. Демидова), „ $b$ “ расстояние между двумя вершинами ниток принимаем —  $5$  мм. Величину „ $\lambda$ “ — коэф. приведения примем сперва равным  $1$ -це для случая разрушения по поверхности, площадь которой равна площади соприкосновения зерна с жерновами. Тогда получится выражение вида:

$$\int_{L_0}^{L_1} \int_{L_0}^{L_1} 9 \cdot \cos^2 30^\circ \cdot 0,2 \cdot 0,35 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 dldl; \cos^2 30^\circ \approx 0,74.$$

Принимая при жернове семерике длину нитки от центра  $L_1 = 65$  см., а  $L_0 = 20$  см, и взяв их пределами интеграла, получим:

$$\int_{20}^{65} \int_0^{360} 0,233 [L_1 - L_0] = 0,233 \cdot 65 - 0,233 \cdot 20 \approx 100 \text{ kg.см.}; \text{ а } \int_0^{360} d\alpha$$

представим в виде интеграла с пределами  $Z$ -ов, прямая по прежнему:  $b = 0,5$  см. найдем  $n$ :

$$n = \frac{3,14 \cdot 77,750}{0,5} = 488 \text{ ниток.}$$

на один градус приходится следовательно  $\frac{488}{360} \approx 1,36$  нитки.

Тогда

$$\int_0^{488} T d\alpha = 48 \cdot 800 \text{ kg.см.сек.} = 6,5 \text{ HP.}$$

Таким образом представлена работа разрушения. На преодоление объемной упругости необходимо:

$$P = -e l g v + C_1$$

но взяв пределами изменения объемов к меньшему, получим интеграл вида:

$$P = \int_1^{0,8} e \frac{dv}{v},$$

где 0,8 макс. измененный объем зерна.

Найдем сперва объем зерна при размерах:  $0,6 \times 0,35 \times 0,3$  см. его полуоси соответственно будут: 0,3, 0,175 и 0,15. Тогда:

$$V_3 = \frac{4 \cdot \pi \cdot a \cdot b \cdot c}{3} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,175 \cdot 0,15 \cdot 0,3}{3} = 0,033 \text{ см}^3, dv = 0,2 v = 0,0066 \text{ см}^3.$$

При единичном приращении усилия, (считая его возрастающим скачками) найдем величину упругости:

$$e = \frac{1}{0,0066} \cdot 0,033 = 5 \text{ кг.}$$

размерность ее:

$$e = \frac{\text{см}^3 \cdot \text{кг.}}{\text{см}^3} = \text{кгр.}$$

Берем абс. значение цифр:

$$P = 5 \times 1,9 \times 0,2 = 1,9 \text{ кгр.см.}$$

Рабочая длина бороздки семерика = 44,75 см., число зерен в одной бороздке или нитке

$$= \frac{L}{n_1} = \frac{44,75}{0,8} = 56 \text{ зерен,}$$

работа на всех нитях:

$$56 \times 488 \cdot 1,9 = 52.000 \text{ кг.см.сек} = 6,94 \text{ НР.}$$

Суммарное усилие, необходимое для разрушения зерна

$$= 6,5 + 6,94 = 13,44 \text{ НР.}$$

В том случае если у нас в наличии нет разрушения по различным путям, а есть чистое резание той же силой, необходимо вместо первого слагаемого ввести величину найденную из след. рассужения (см. форм. 14).

$$E = 9 \left[ \frac{45}{0,8} \cdot 0,3 + 1 \right] = 161 \text{ кг.}$$

это на длине одной нитки при числе зерен  $\frac{45}{0,8} = 56$ . Принимая по



прежнему срез происходящим на 0,2 δ, при числе ниток = 488, найдем

$$T_{\text{ср.}} = 161 \times 488 \cdot 0,2 = 15750 \text{ кг.см.} = 2,1 \text{ НР.}$$

Это в случае чистого резания, но так как при работе неправильных поверхностей и наличии расстояния между жерновами, такой случай невозможен, то прежний результат к меньшему не изменится. Может происходить отклонение усилий в большую или меньшую сторону, однако, под эти случаи нельзя подвести закономерности.

Принимая работу затраченную на вредные сопротивления, плюс работа на создание струи воздуха бороздками за 1,2 НР. т. е. при  $R_F = 0,3 \text{ НР.}$ , а  $R_b = 0,9 \text{ НР.}$  получим:

$$T_s = 6,5 + 6,94 + 0,3 + 0,9 = 14,64 \text{ НР.}$$

Как видно цифра окончательного результата весьма близка к истине. Обычно при размоле твердой пшеницы жернова требуют 15 НР и даже больше. Около этой цифры колеблются и данные проф. Зворыкина, Козьмина, Вебера и др.

Таким образом введение опытного коэф. работы, о котором я говорил выше необходимо для внесения небольшой поправки к теоретически полученным результатам.

Примечание. Объем зерна, вычисленный нами, а также объем зерна, размеры которого ( $7,4 \times 3,5 \times 3 \text{ мм.}$ ) заимствованы из примера инж. Демидова (см. Сов. мук. и хлеб. № 8—1928 г.) меньше вычисленного им:  $0,04055 < 0,04175$ . Это произошло вследствие геометрических допущений применяемого им метода. Так, при нахождении объема зерна в целом и эндоспермы его, вращению подвергаются две ломаных линии (см. ст.), тогда как их центры тяжести несовместимы из-за отсутствия подобия фигур. Однако как можно усмотреть из разности величин расхождение не велико.

## Новый способ улучшения хлебопекарных качеств муки.

А. Ткач.

Во многих западно-европейских государствах в целях улучшения пекарных свойств муки, добавляют к муке различные химические вещества. В связи с тем, что среди них имеются и такие, которые отрицательно влияют на здоровье человека, в некоторых государствах, (Венгрия и Шотландия), запрещено употребление химических веществ. По внешнему осмотру муки нельзя узнать, примешано ли было химическое вещество, которое, главным образом, применяется для низких сортов муки. Выпекать хлеб из такой муки пекарю несколько затруднительно. В Англии была выделена комиссия, которая обсуждая вопрос о целесообразности применения химических веществ и, проделав целый ряд опытов, пришла к заключению: что ограничивать мукомола в прибавлении химических веществ нельзя, но что мукомол при продаже своей муки пекарю обязан его предупредить, было ли примешано химическое вещество и если да, то какое и в каком количестве. Начиная с 1925 года за границей имеет широкое распространение улучшение пекарных свойств по способу Kent Jones'a, заключающийся в прибавлении к обыкновенной муке определенного количества термически обработанной муки (перегретой).

История этого способа такова: В 1923 году Dr Kent Jones и Woodlands в аппарате для кондиционирования нагревали пшеницу немного меньше времени, нежели необходимо, чтобы клейковина так изменилась, что она становится неотмываемой. Исследователи нашли, что наилучшие хлебопекарные результаты получаются при нагревании пшеницы.

При 42 С в течение 120 часов

„ 50 С „	72—96 „
„ 62 С „	6—8 „
„ 70 С „	2 „

Но если, например, нагревать пшеницу при температуре равной 70° С в продолжении 6-ти часов, то мука перегревается и клейковина становится неотмываемой. Год спустя эти самые исследователи объявили свой новый патент, который отличался от предыдущего тем, что

здесь подвергается нагреванию уже не пшеница, а мука в аппарате (описание будет дано ниже) также немного меньше времени, нежели необходимо, чтобы мука перегрелась и клейковина сделалась неотмываемой. При этом хлебопекарные качества улучшаются и наилучшие результаты получаются:

При нагревании муки при температуре 50° C в течение 96 часов

"	"	"	"	"	55° C	"	24	"
"	"	"	"	"	65° C	"	12—16	"
"	"	"	"	"	70° C	"	1,5—2	"
"	"	"	"	"	80° C	"	50 минут	"
"	"	"	"	"	82° C	"	25	"

При нагревании при любой из этих температур более продолжительное время, нежели этой температуре соответствует, клейковина делается неотмываемой и мука портится. Вышеизложенные результаты можно изобразить в системе координат. По оси абсцисс откладываем время, а по оси ординат температуру.

Из диаграммы видно, что при нагревании муки при температуре 50° C в течении 12 часов, повышение хлебопекарных качеств не будет. В области „А“ ниже кривой „В“ клейковина отмываема, а в области „С“ выше кривой „В“ клейковина уже не отмываема.

Таким образом, чтобы повысить пекарные свойства муки, необходимо всю муку подвергнуть термической обработке, что является большим неудобством. Через некоторое время был объявлен новый патент, согласно которого к обыкновенной муке, для улучшения пекарных качеств, необходимо прибавить только 15% термически обработанной муки, но клейковина которой становится неотмываемой при температуре равной 80° C. Этот способ также неудобен, так как и здесь необходимо термически обрабатывать большое количество муки. Последний способ Kent Jones'a и заключается в том, что к обыкновенной муке прибавляется всего только 0,7—1% термически обработанной муки, перегретой, клейковина которой неотмываема, так называемой „Kent Jones flour“ производящая такой же эффект, как и добавляемые химические вещества. Аппарат для обработки муки: вертикальная алюминиевая труба, длиной около 2-х метров и диаметром 12—15 сант., сверху и снизу замыкаемая посредством шиберов, вносятся в закрыв с водою, так что вся эта конструкция напоминает вертикально поставленный паровой котел.

В трубу засыпают муку, вокруг трубы циркулирует вода при температуре 82° C. Такой термической обработке мука должна подвергаться 12 часов. После этого времени процесс считается законченным, и мука удаляется из трубы в специальные мучные закрома.

Обработка должна производиться так, чтобы при этом зернышки крахмала не расщеплялись.

### Теория термической обработки.

Если приготовить тесто из муки, не подвергнутой нагреванию, и определенного количества воды, дать этому тесту постоять некоторое время и в то же время производить измерение вязкости теста, то заметим, что вначале вязкость немного увеличится, а затем начинает падать.

Диаметрально противоположные результаты мы получим, если приготовить тесто из муки подвергнутой нагреванию при температуре  $100^{\circ}\text{C}$  в течении 6-ти часов или же при температуре  $82^{\circ}\text{C}$  в течении 12 часов. Количество воды, как и в первом случае. Эластичность такого теста в начале медленно увеличивается, а затем быстро растет, увеличиваясь на 250%, а иногда и более. Это ясно видно из диаграммы, на оси абсцисс отложено время, а на оси ординат вязкость. (См. фигуру вторую). Клейковина во время нагревания сворачивается. В начале приготовления теста мука принимает немного воды, однако все более и более воды, когда тесто из обыкновенной муки начинает уже разливаться. Не смотря на то, что такое тесто поглощает большое количество воды, однако тесто очень уплотненное и эластичное, так что напоминает тесто полученное из муки, содержащей некоторый процент твердой пшеницы. Если выпекать безформенный хлеб из такой муки, то хлеб увеличивается в объеме и не разливается, в то время, как хлеб выпекаемый из обыкновенной муки без формы получается небольшого объема. При обогревании муки клейковина стаявится сильнее и нежнее, вязкость теста немного выше, растворимость белка в воде и соли и энзиматическая деятельность немного понижается. В муке перегретой клейковина становится неотмываемой, диастатическая и протеолитическая силы уменьшаются или же почти уничтожаются. Образование декстрина здесь не имеет места. Изменение крахмала незаметно, растворимость белка в воде и 5% растворе  $\text{K}_2\text{SO}_4$  сильно уменьшается. Уменьшается также растворимость альбумина. Энзимы муки (протеаза, амилаза и фосфаза) разрушаются. Kent Jones нашел, что при нагревании пшеницы „Manitoba“ с различным содержанием влаги при  $44^{\circ}\text{C}$  в закрытом сосуде получается совсем незначительное изменение: растворимый в воде экстракт, растворимый фосфор, количество водорода, количество мальтозы, эластичность и хлебопекарные качества почти не изменяются. При повторении этого опыта при  $58^{\circ}\text{C}$  после 6-ти часового нагревания пшеницы получились явные изменения: количество растворимого фосфора, мальтозы и эластичность значительно увеличились. Опыты над выпеканием хлеба из такой пшеницы показали хорошие хлебопекарные качества. При еще более сильном нагревании количество клейковины и хлебопекарные качества муки уничтожаются, но она превращается в улучшителя муки *Mehlverbesserer* так называемая *K. I. flour*.

Для иллюстрации приводим таблицу Kent Jones'a.

	Обыкновен. вязкость	Вязкость 24 час.	Вязкость 25 час.	
№ 2 „Manitoba“ неагреваемая	5.80	5.50	4.56	(30,4% смесь + аурамин 1:10000)
„ 15 минут нагрев.	6600	7.55	5.45	
„ 1 час	6.30	18.0	15.00	
„ 10 .	6.30	16.20	22.70	

Аурамин прибавляется для предохранения теста от появления микроорганизмов. Однако исследователи Берлинер и Ритер установили, что аурамин не является предохранителем, так как после 24 часов они в микроскопе видели бесчисленное множество микроорганизмов. Таким образом улучшение пекарных свойств муки способом „Kent Jones'a“ несомненно заслуживает большого внимания, так как эффект получается такой же, как и при употреблении химических веществ, не является посторонней примесью к муке и не влияет отрицательно на здоровье человека. Kent Jones flour производит такой же эффект, как и примесь муки твердой пшеницы к муке мягкой пшеницы.

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. Die Wärmebehandlung des Weizens und des Mehles von Dipl.-Ing. Auder Kemeng, Montreal, Canada, Zeitschrift f. d. Ges. Mühlenwesen K. 12. 1928.
2. Die Möglichkeit der Mehverbesserung ohne Chemicalien, Von D. W. Kent-Jones Ph. D. B Sc., F. I. C. Z f. d. g. Mühlenwesen W. 12. 1928.
3. Die Wirkung der Kitzte auf Mehl Von E. Berliener und Küter Z. f. d. Mühlenwesen H. 12. 1928.
4. Die Wirkung der Kitzte auf Mehl Von D. W. Kent-Jones „Die Mühle“ № 39 1928 j.



## Египет, как наш мучной рынок.

Преподаватель Д. Г. Файг.

Египет до войны был весьма видным по емкости мучным рынком. Зерна в абсолютных цифрах и сравнительно с мукой ввозили в Египет незначительное количество, что видно из следующей таблицы:

Г о д ы	Пшеница в зерне	Пшеничн. мука	Мука в % % к зерну
	В тысячах пудов		
1894—1898 . . . . .	804	2613	326
1899—1903 . . . . .	601	3392	564
1904—1909 . . . . .	—	8074	—
1910—1913 . . . . .	152	9742	6409

Из таблицы мы видим, что ничтожные количества ввозимого в Египет зерна имели тенденцию к уменьшению, а значительно большие количества муки—наоборот, к повышению.

За время войны положение не изменилось.

В период 1914—18 гг. зерна ввозилось в среднем совсем ничтожное количество—72 тыс. пудов, а муки пшеничной—2775 тыс. пудов.

То же самое мы видим и после войны:

Г о д ы	Пшеница в зерне	Пшеничн. мука	Мука в % % к зерну
	В тысячах пудов		
1919—1923 . . . . .	2043	7681	476
1924 . . . . .	293	9896	3477
1925 . . . . .	4282	12123	369

Хотя абсолютное количество ввозимого зерна после войны и увеличилось, но все же в ввозе превалировала мука сравнительно с зерном и абсолютные количества ее ввоза значительно увеличились сравнительно с довоенными.

Что касается импортеров муки в Египет, то до войны на первом месте стояла Франция, на долю которой в 1913 г. досталось 31,6% всей ввезенной муки. Участие других импортеров видно из следующей таблицы:

1913 г.

Франция . . . . .	31,6%	Британская Индия . . . . .	10,8%
Австралия . . . . .	14,0	Англия . . . . .	10,4
Румыния . . . . .	12,9	С. А. С. Ш. . . . .	5,1
Россия . . . . .	5,6	Италия . . . . .	3,4

Во время войны и после войны удельный вес каждого импортера значительно изменился:

1823—1925 гг.

Австралия . . . . .	60,3%
С. А. С. Ш. . . . .	17,0
Франция . . . . .	7,3
Британская Индия . . . . .	7,0
Англия . . . . .	4,1
Италия . . . . .	1,9

Чем объясняется такой успех Австралии на мучном рынке Египта после войны? Ведь с 14,0% всей ввезенной в Египет муки в 1913 г., в 1925 г. она достигла 60,3% ввоза всей муки при абсолютных цифрах ввоза муки в 1913 г. 2742 тыс. пудов, а в 1925 г.—12123 т. п.

Причины успеха Австралии следующие: 1) постоянство экспорта, 2) прекрасное сообщение, 3) наличие развитой сети первоклассных мельниц, вследствие чего она может доставить в любое время какое угодно количество муки самого разнообразного ассортимента, 4) прекрасная мешковая тара (140 англофунт.), 5) продажа по весу в англотонах (1016 кгр.) сif Александрия или Порт-Саид, 6) условия платежа по аккредитиву банковскими траттами сроком 75 дней со дня отгрузки товара.

И вот на фоне такой упорядоченной торговли (С. А. С. Ш. ведь тоже в этом отношении не отстают), мы возобновляем в 1925 г. наш мушный экспорт в Египет—сперва в очень скромных размерах—7000 пудов. Дефекты этой первой отправки были очень велики и по качеству отправляемой муки и по упаковке и пр.

В 1926 г. мы продаем уже 700 тыс. пудов. Цифра для нас немаленькая, если помнить, что в 1909—13 гг. мы в среднем экспортировали в Египет 557 тыс. пуд.

При этом надо заметить, что представители егип. фирмы, закупившей у нас эту муку, заявили, что они готовы были удвоить количество закупленной муки и что вообще Египет может ежемесячно покупать у нас 12—13 тысяч тонн плюс 2—3 тыс. тонн на вывоз в Палестину, Сирию, Кипр, имея в виду муку всех 3-х сортов (тогда это были Серп, Молот, Колос или Звезда, Октябрь, Спартак).

Но при этом они указывали на наши организационные дефекты и на свои пожелания: а) упаковка муки должна быть в крепких плотных новых мешках. Редкие мешки дают большую недостачу, что приносит значительный убыток, б) мешки обязательно маркируются трафаретом мельницы и импортера и различными красками, иначе Серп, напр., смешивался с Колосом, в) каждый сорт грузится в отдельный трюм, так как при перегрузке мешки иногда лопаются и перемешиваются.

вается разная мука, г) упаковка и вес мешка должны иметь ввиду переотправку муки вглубь Египта на верблюдах.

Кроме того и кроме точной стандартизации, очень важную роль играет кредит, ибо восточные купцы смотрят на кредит, как на почет, доверие. Необходимы также преискуранты, каталоги, проспекты на египетском, английском или франц. языках.

Большими тормазами в развитии торговли являются еще 1) наш бюрократизм. Получить ответ на запрос—положительный или отрицательный—в 2—3 дня, как это требует правильно поставленная торговля у нас нет возможности, 2) длительность и редкость рейсов между Одессой и Александрией. Отход парохода всего только два раза в месяц и приход в Александрию на 12-й день (заходы в порты Турции, Греции, Палестины). Наряду с такими рейсами должна быть часть рейсов без захода в другие порты, 3) неосведомленность наша о мировых ценах на муку. Мы ориентировались в ценах по египетским газетам, которые приходят с опозданием и в которых обозначаются цены на мелкие партии на месте.

Я уже не говорю, что активность требует от нас рекламы, выставки образцов, постоянного склада с партиями различного товара и проч.

Что касается ржаной муки, то таковая в Египет не ввозится. Но все же мы распространили наши образцы и оказалось, что для начала можно рассчитывать на сбыт пеклеванной в размере 300—500 тонн ежемесячно.

Кроме муки, могут найти сбыт пшеничные и майсовые отруби, как мелкие так и крупные. Арабы употребляют их для корма скота и для подсыпки нижней части хлеба до посадки его в печь. 1500 тонн ежемесячно в хороших мешках, бывших в употреблении, весом 50 или 60 кгр.

Понятно, экспорт ржаной муки и отрубей в Египет—мелочи. Но при нашем темпе индустриализации каждый золотник золота, прибывающий к нам—дело первостепенной важности.

Если на ближайшие десятилетия наш экспорт будет, главным образом, хлебным экспортом; если актуален вопрос в переводе этого хлебного экспорта, по мере всякой возможности, из зернового в мучной, то в одну из первых очередей пред нашим плановым мукомольем и пред экспортными организациями должен стать вопрос об изучении и организации дела экспорта пшеничной муки в Египет.

Надо знать, что Египет вообще благодарная страна для импорта муки. Будучи страной по преимуществу монокультуры—хлопководнической, не имея собственной развитой промышленности, Египет примыкает к группе стран, не приобщившихся к системе национального промышленного и аграрного протекционизма. Таможенная практика в Египте сводится к тому, что все товары, за исключением сахара, табака и алкоголя, облагаются одной и той же невысокой пошлиной—8% *ad valorem* плюс 1/2% береговых и прочих сборов. Этим значительно облегчается будущее проникновение нашей муки в Египет. Картина не та, что в очень важном для нас мучном рынке—Турции.

Но кроме этого, емкость для нас египетского рынка, в особенно-

сти на первых порах, увеличивается тем, что благодаря своему географическому положению, Египет является комиссионером, перепродавцом товаров для Палестины, Сирии, островов Мальты, Кипра, Кандии и др., ибо далеко не все пароходы заходят в эти места, да и у купцов Палестины, Сирии и пр. нет таких крупных капиталов, какие имеются у египетских.

Кроме этого, Австралийская мука—тонкая, белейшая и пр. Но она по биохимическим свойствам австралийской пшеницы, не „крепкая“, как наша или отчасти американская, а в Египте хлеб выпекается плоской формы, для которого нужна мука именно „крепкая“, получающаяся при примешивании в значительной степени к мягкой пшенице пшеницы твердой. Успех французской муки до войны в Египте объяснялся тем, что французские мукомолы закупали у нас нашу мягкую и твердую пшеницу, которую смешивали со своей и эту смесь мололи.

Затем Египет всегда интересовал нас, как страна, доставляющая нам хлопок, конжутное семя, рис, шерсть, кожу, гуммиарабик и проч. Взаимность торговых интересов налицо. Не даром, начиная с 1922/23 гг. бывшая одесская райконтора „Укрмут“ получала неоднократно и настойчивые предложения от разных египетских фирм возобновить продажу муки, которую они в значительном количестве до войны закупали на одесских мельницах, ныне входящих в состав мельниц Союзхлеба (51, 52 и 53).

Так в 1913 г. из всей муки, вывезенной из Одессы за границу в количестве 3200 тыс. пудов, в Египет было вывезено 672,6 т. п., т. е. 21% (в Турцию—2,2 мил. пудов, т. е. 68,6%).

Не даром первыми добились экспорта нашей муки на Ближний Восток египетские купцы.

Да если взять весь наш экспорт пшеничной муки (1909—13 гг.), то Египет занимает в нем 4-е место: Турция—38,9%, Финляндия—32,6%, Персия—13,5% и Египет—7,7% всей вывезенной из России пшеничной муки.

Если в Турцию наладить наш мучной экспорт дело очень для нас важное, но и очень трудное, благодаря высокому запретительного характера аграрному протекционизму, процветающему в ней, то Египет как бы сам просится, и наладить там наш мучной экспорт при описанных мною условиях внешней торговли в Египте—дело и важное и не столь трудное.

Но нужно спешить, ибо в 1930 г. кончаются действием в Египте международные таможенные конвенции, и наши конкуренты постараются получить у египетского правительства новые привилегии.

Нынешний урожай и с каждым годом увеличивающаяся устойчивость наших урожаев (увеличение пропашных и пр., тракторизация, коллективизация) окрыляют нас надеждой, что и наш зерновой и мучной экспорт приобретут характер большего или меньшего постоянства, а потому, приняв за образец идеальную организацию мучного экспорта из Австралии и учтя опыт нашего экспорта, мы должны сейчас же зашевелиться.

Цена 1 руб. 25 коп.

**ЗАКАНЧИВАЕТСЯ ПЕЧАТАНИЕМ:**

Преп. Б. С. Дмитриев — Химический анализ растительных продуктов (на укр. языке).

Инж. Н. С. Верховцев — Основы хлебопечения: мука — тесто — хлеб.

Проф. Приббе А. И. — Специальные главы термодинамики применительно к хлебопечению и сушильным установкам.

Его же — Эксплоатация силовых установок.

**ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ:**

Инж. Гейштор А. Д. — Промышленная вентиляция.

Проф. Гиршсон В. Я. — Монтаж мельниц.

Его же — Теория мельничных механизмов, 2-ое дополн. изд.

---