

РІК II.

Ч. 2. (3).

1931. р.

Механіко-Технологічний Учбово-Виробничий Комбінат Технології
Зерна й Борошна ім. т. Сталіна

ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО ІНСТИТУТУ ТЕХНОЛОГІЇ
ЗЕРНА Й БОРОШНА

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

MITTEILUNGEN

des INSTITUTS für KORN und MEHL-TECHNO-
LOGIE in ODESSA

ВИДАННЯ ІНСТИТУТУ Т. З. Й Б.

1931

З М І С Т

	Стор.
1. До всіх читачів	3
2. Критична аналіза метод розрахунку провітрювання.—Інженер А. В. Панченко	5
3. До роботи машин механічного дробіння.—Інж. аспірант М. Л. Шехтман	25
4. Кондиціонування зерна.—Іда Фрідман, Б. Гурвіч	48
5. Переробок кукурудзи в 51. Держмліні Союзхлібу в Одесі.—Технік-круп'яр Д. Б. Штерн	60
6. Дослідне молоття в млині Одеського Млинарського Інституту. В. Сердюков	65
7. Про вплив вологости на наслідок спроби за Пекаром.—Б. Дмитрієв ..	72
8. Вплив борошна на ферментувальну силу дріжджів. Перекл. виклад. Верховцева	76
9. Декілька слів про один „практичний підручник“.—Л. Сікорський ..	82
10. Бібліографія.—Б. Дмитрієв	90

I N H A L T

1. Allen unseren Lesern	3
2. Eine kritische Übersicht über die Methoden der Ventilation-Berechnung.—Aspirant-Ingenieur A. W. Pantschenko	5
3. Zur Leistung der Maschinen für die mechanische Zerkleinerung. Die Untersuchung eines Walzenstüles.—Ingenieur M. L. Schechtman ..	25
4. Kornkonditionierung. Beschreibung und Berechnung.—Ida Fridmann, B. Gurwitsch	48
5. Ein Kukurusen Vermahlen an der 51. Statsmühle—Griessmüllerei-Technologie D. B. Stern	60
6. Ein Vermahlungs Versuch an der Mühle des Odessaer Institutes für Korn und Mehl-Technologie.—W. I. Serdükow	65
7. Über die Einwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes auf die Ergebnisse einer Forschung nach Pekar.—Vortäger B. S. Dimitriew	72
8. Über die Wirkung des Mehles auf die Gährkraft der Hefe (ene Übersetzung), Ingenieur N. S. Werhowzew	76
9. Über eine „Handhabung für die Praixs“—L. Sickorski	82
10. Bibliographie	90

РІК II

Ч. 2 (3)

1931. РІК

ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО ІНСТИТУТУ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНА Й БОРОШНА

РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ: ПРОФ. ГІРШСОН, В. Я., доцент ДЕЛЯРЮ, І. Е., викл. ДМІТРІЄВ, Б. С., інж. ОЗОЛІН, Н. І., ТРАХТЕНГЕРЦ, А. І., АСПІРАНТИ: МІХЕЛЄВ, А., ПАНЧЕНКО, В. А., ШЕХТМАН, М. Л., ФЛЕЙШМАХЕР, Б. Ю. ДАВИДОВ, Б. Б., студенти: СЕРДЮКОВ, В. І., УГОЛІК, Н. Ф., ШАЛІК, М. А.

Вдавніки: Інститут

Відповідальний редактор: Редкомітет

АДРЕСА: ОДЕСА, вул. ЩЕПКИНА, 5.

MITTEILUNGEN

DES INSTITUTS FÜR GETREIDE UND MEHL-TECHNOLOGIE IN ODESSA

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

Adresse: ODESSA, TSCHEPKINA-Str, № 5.

ВИДАННЯ ІНСТИТУТУ ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНА Й БОРОШНА
1931.

Критична аналіза метод розрахунку про- вітрювання ¹⁾

Інж. А. В. Панченко

Аспірант науково-дослідчої катедри прикладної механіки при ОПІ ім. Петровського

Не зважаючи на важливість правильно настановленої аспірації млинарських підприємств із санітарно-гігієнічного погляду в розумінні охорони праці; не зважаючи на велике значення провітрювання (вентиляції) в технологічних процесах оброблювання зерна; не зважаючи на роль, яку грають провітрювальні устави в енергетичних балянсах млинарських підприємств,—проектівники провітрювальних мереж досі перебувають у надто скрутному становищі з причин наявності сили неув'язувань та невизначеностей, що мають місце в питаннях провітрювання. Викрити основні з них—мета даної статті.

Основне завдання, що його доводиться розв'язати проектівникові млинарської аспіраційної мережі, з'являється в такому загальному вигляді:

- 1) за заданими кількостями повітря для кожного відгалужка, що притикається до машини;
- 2) за заданою швидкістю в трубопроводах;
- 3) за даними опорами кожної окремої машини;
- 4) за заданою схемою розташування повітропроводної мережі визначити конче потрібний статичний і динамічний напори експавстра.

Становище справи млинарського провітрювання і навіть провітрювання взагалі на сьогоднішній день таке, що дане завдання навіть у цьому простому вигляді цілком невизначене й може дати силу надто суперечних розв'язань.

З одного боку, ряд конче потрібних даних, кількість повітря, потрібного, щоб його відсисати з млинарських машин,—ряд, що є в літературі, технічно цілком не уґрунтовано. Усі наведені уґрунтування містяться в засновках: „практика встановила певні дані“, „подаємо практичні дані найкращих закордонних фірм“ тощо.

Щоб ілюструвати об'єктивну вартість цих практичних даних, подаємо далі уривки з найпоширеніших авторів для найголовніших мли-

¹⁾ Роботу зараховано в лютому 1930. року.

нарьських машин, шмергелевої оббивалки, вальцювого посаду, розсійника та віяльної машини.

Об'єми повітря, що їх потрібно відсисати з основних млинарських машин.

I. Оббивальні машини.

1) За R. Sacher-ом:

на 0,1 м поперечника (діаметра) барабана $6 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,1 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Отже, на середньої величини шмергелеву машину d барабана = 600 мм.

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

2) За П. А. Козьмінім:

оббивання шмергелеве поземе прод. 1000 пуд/доба вимагає $30 \div 35 \text{ м}^2$ тканини; отже:

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

3) За В. Г. Рейсіхом:

оббивання шмергелеве тої самої продук. (60 пуд/година) вимагає 42 м^2 фільтр. тканини, рахуючи на 1 м^2 тканини від 3 до $6 \text{ м}^3/\text{хвил}$ повітря. Отже:

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

II. Вальцюві посади.

1) За R. Sacher-ом:

на 0,1 м робітної щілини для пшениці

для нарізних систем — $0,45 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,0075 \text{ м}^3/\text{сек.}$

для гладеньких систем — $0,90 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,0150 \text{ м}^3/\text{сек.}$

Для 4-вального посаду довгої щілини кожної пари в $1,0 \text{ м} \cong 40''$

$$V_{\text{нар}} = 4,5 \times 2 = 9,0 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,15 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

$$V_{\text{гл}} = 9,0 \times 2 = 18 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,30 \text{ м}^3/\text{сек.}$$

2) За П. А. Козьмінім:

на 1 м довжини пари вальців для пшениці

$1,25 \div 1,75 \text{ м}^2$ тканини. Отже, для 4-вального посаду в $1,0 \text{ м}$

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

3) За В. Г. Рейсіхом:

для 4-вального посаду $40'' \times 10''$

$$V = 20 \text{ м}^3/\text{хвил.}$$

4) За В. Я. Гіршсоном:

для 4-вального посаду

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

5) За Я. Н. Купріцом (американське спостереження):

для 4-вального посаду

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

б) На наших підприємствах ми маємо здебільшого від 4-вального посаду 2 труби \varnothing по 100 мм при швидкості в них щось із 6 м/сек. Це визначає

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

III. Розсійники.

1) За R. Sacher-ом:

на 1 м² ситової поверхні для пшениці:

для драння — 0,60 м³/хвил = 0,010 м³/сек,

для молоття — 0,75 м³/хвил = 0,12 м³/сек,

для двокорпусного 10-рамного розсійника Млинбуду, вип. 1924. р., розміром рам 1600 × 925 мм², загальною ситовою поверхнею =
= 2 × 10 (1,600 — 0,050) (0,925 — 0,050) = 27 м³/сек.

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

$$V_{\text{мол}} = 20,2 \text{ м}^3/\text{хвил} = 0,34 \text{ м}^3/\text{сек}.$$

2) За П. А. Козьміним:

для розсійників слід брати 50% повітря, потрібного, щоб провітрювати вальцові посади. Один двокорпусний розсійник приймає пересічно на 4 рази продукцію двох вальцових метрових посадів. Отже:

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

на один двокорпусний розсійник.

3) В. Г. Рейсіх не дає аніяких указівок.

4) Кеттенбах. 1,2 м² до 2 м² для одного двокорпусного розсійника на пшеницю при 6 м³/хвил на 1 м² тканини

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

Віялки:

1) За R. Sacher-ом:

на 0,1 м робітної щілини 6,0 м³/хвил;

для середнього розміру віялки 1 = 450 м/м подвійної

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

2) За П. А. Козьміним:

Для віялки типу „Реформа“ подвійна 1 = 450 мм 35 — 40 м² тканини. Отже:

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

3) За В. Г. Рейсіхом:

для подвійної віялки 1 = 17" = 430 мм тканини 60 м²

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

З поданих прикладів стає ясна цілковита невизначеність даних, що є в літературі. Наприклад, для оббивалки замість будь-якої визначеної цифри ми маємо суперечний ряд:

36 126 362 м³/хвил.
(Sacher) (Рейсіх) (Козьмін)

Так само для вальцювого посаду:

5,7 9,0 12 19 26,3 м³/хвил.,
(млин Ч. 52) (Sacher) (Гіршсон) (Купріц) (Козьмін)

і для розсійника:

7,2 16,2 26,3 м³/хвил.
(Кеттенбах) (Sacher) (Козьмін)

і для віялок:

54,0 180 263 360 м³/хвил.
(Sacher) (Рейсіх) (Козьмін) (Рейсіх)

Крайні значення літературних даних різняться між собою в 5 і 6 разів, цебто цілком унеможливають їх уживання, даючи проєктивникові шлях вільного вибору, а це завжди й неминучо призведе до нераціонально-спроектованої устави, що або не економічна, або не задовольняє технологічні вимоги.

Подані норми незадовільні ще й з іншої причини. Навіть коли б дані всіх зазначених авторів зовсім збігались, то все ж таки не можна було б погодитися з принципіальною побудовою норм у такому вигляді, в якому їх звичайно дається.

Дробління зерна з метою одержати з нього крупи й борошно складається з довгого ряду послідовних процесів, що дуже гостро відрізняються між собою інтенсивністю впливу. Завдання млинарського провітрювання повинно розглядати з трьох поглядів:

- 1) усунення утворюваної на даному процесі кількості пилу,
- 2) усунення вилучуваного при дроблінні тепла і
- 3) усунення випаровуваної при дроблінні вологи.

Установляючи, таким чином, три спеціальні завдання млинарського провітрювання, ми вважаємо за цілком неправильне будування норм для якогось абстрактного вальцювого посаду. Якщо для 1. драння, при надвірній температурі щось із 15°, температура продукту підноситься лише до 18°, то на останніх системах, що змелюють, ця температура доходить 45°.

Відповідно до збільшення інтенсивності впливу на оброблюваний продукт зростає кількість вилученого тепла і вологи; у зв'язку з цим повинна зростати і кількість відсисуваного повітря.

Таким чином, згадані норми треба будувати не задля абстрактних машин¹⁾ (посад або розсійник), а задля

¹⁾ Після того, як бу є вивчено технологічні процеси за системами. А поки цього немає, треба, щоб особа, яка проєктує, керувалася пересічними нормами.

певних систем (1. драння, 6. драння, 12. мливний) і режимів молоття, що зробить ці норми значно певнішими.

Другий ряд задаваних даних швидкості в трубопроводах, стосовно до умов млинарських підприємств, так само не має будь-яких суворо обґрунтованих границь. У своєму творі інж. Блесс виводить, виходячи з вартостей самого трубопроводу та його експлуатації, величину економічно корисної швидкості, за якої вартість річної експлуатації устави буде якнайменша. У загальному вигляді величина „економічної швидкості“

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

або, нехтуючи незначною величиною дробу $\frac{p z'}{30000}$, що створить помилку щось із 1%, маємо для практичних цілей вираз:

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

де r є вартість установленого метра довжини повітропроводу поперечником в 1 м;

$z = \text{‰}$ на капітал та амортизацію трубопроводу;

B — вартість 1 МКТ;

S — число годин добової роботи.

Для наших умов ці величини дорівнюють:

1) r — дахове 12-фунт. залізо — 4 аркуші 5 крб. — коп.

обручне залізо 2 кіло — крб. 65 коп.

робсила з уставою і начепленнями 5 крб. — коп.

10 крб. 65 коп.

2) z — капіталізація 7‰

амортизація 13‰

$z = 20‰$

3) B — вартість 1 МК при дизельній уставі в умовах управління заводами одеських державних млинів дорівнює щось із 3,5 коп. МК.

4) $S = 24$ години.

При цих величинах економічна швидкість

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

Звичайно вживані в млинарській практиці швидкості становлять 8, 10, 12 і вище м/с. Специфічні завдання млинарського провітрювання, що поруч інших умов мусить здійснювати транспортування значних кількостей пилу, виправдують дещо застосування цих підвищених проти економічної швидкостей.

Проте, в межах від 6 м/с (ця швидкість теж є транспортувальна для деяких видів млинарського пилу) до 12 м/с розрахівник здається на свою власну волю і не має аніякісіньких указівок щодо раціонального вибору швидкості, не зважаючи на те, що витрата енергії на проєктовану уставу змінюється пропорціонально квадратові швидкості.

Таке становище не то в млинарстві, а в цілій низці інших промисловостей. Наприклад, лєнінградський „ГОТ“, що перевів велику кількість досліджень знепилювальних провітрювальних устав у текстильній, металюобробній, тютюновій, млинарській та інших групах промисловости, в „Трудах научно-исследовательской секции“ (див. указник літератури) робить висновок, що „призначення швидкостей має в значній мірі випадковий характер; це видко хоч би з того, що, складаючи проєкти провітрювання одних і тих самих запорощених майстерень, складачі проєктів вибирають швидкості, які різняться часом на 50 і більше, іноді на 100%. Тимчасом ясно, що призначення швидкостей, які перебільшують розміри дійсної потреби, здорожчує як первісне злагодження, так і, головне, експлуатаційні витрати, у кожному разі досить великі при подібних злагодях“ (стор. 337).

Розв'язання завдання раціонального техно-економічного вибору швидкостей на різних ділянках розгалуженого трубопроводу мусить додержувати засади:

„Швидкість повинна бути не менша від економічної (~5 м/с), але й не більша за тривало транспортуючу даний вид пилу“¹⁾.

Третій ряд даних, що його повинно завдати проєктівникові, опору кожної млинарської машини, в літературі цілком відсутній, за винятком загальних виразів для фільтрів,—виразів, усе ж таки не перевірених дослідом в умовах млинарських підприємств. Тут проєктівник покищо мусить користуватися з іще менш певних, ніж попередні, усіх практичних норм.

Із усього поданого ясно, що дані, які повинно покласти в основу дальшого проєктування устави, вельми непевні й часто надто суперечні, ось чому справді раціональне проєктування провітрювальних мереж млинарських підприємств за сучасного стану питання не можливе.

Докладне ознайомлення з літературою призводить до висновку, що фактично оригінальних метод розраховувати провітрювальні устави є всього лише дві: одна, широко розпросторена в практиці проєктування млинарських підприємств, „метода рівновартних (еквівалентних) перекроїв“ д-ра інж. Блєсса, і друга клясична метода Рітшєля-Браббе, менш відома й майже не вживана в млинарсько-будівній практиці. Усі ж інші способи розрахунку являють собою або переказ одної з метод, або деяку не принципову зміну їхню (як от, приміром, у Р. Карга).

¹⁾ Швидкість по змозі повинна бути близька до економічної, але не більша за транспортуючу даний вид пилу.

Прикладаючи до поставленого раніш у загальній формі завдання (за кількостями повітря, швидкістю його, схемою трубопроводу тощо, знайти конче потрібне розрідження), метода Блессова є в послідовній заміні кожної ділянки розгалуженого трубопроводу на так званий рівновартний отвір, у підсумовуванні окремих рівновартних отворів до повної заміни всього хоч би якого складного трубопроводу на один рівновартний отвір, за величиною якого, на підставі рівності:

$$\frac{Q}{60 \cdot F_{\text{рів.}}} = v_{\text{рів.}} = 4\sqrt{H}$$

і знаходиться величину конче потрібного тиску:

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

де Q є хвилинна продукційність трубопроводів на м^3 ; $F_{\text{рів.}}$ — рівновартний отвір на м^2 ;

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

H — напір на мм в. с.

Все завдання послідовно-рівнобіжного підсумовування рівновартних отворів розв'язується простим, суто-графічним шляхом, за допомогою спеціального атласа кривих.

Відповідно до поданого, метода Рітшеля-Браббе стосовно до провітрювальної мережі з примусовою циркуляцією (не природною) являє собою роздільний підрахунок опорів тертя та місцевих опорів найнесприятливішого стояка з наступним підсумовуванням цих двох родів опорів. Розрахунок провадиться суто-аналітичним шляхом і сходиться на обчислення виразу:

$$H = \sum R \cdot l + \sum \xi \gamma \frac{v^2}{2g},$$

де R є опір від тертя на 1 м округлої труби поперечником d в мм в. ст.;

l — довжина ділянки трубопроводу в м;

ξ — сучинник (коефіцієнт) місцевого опору;

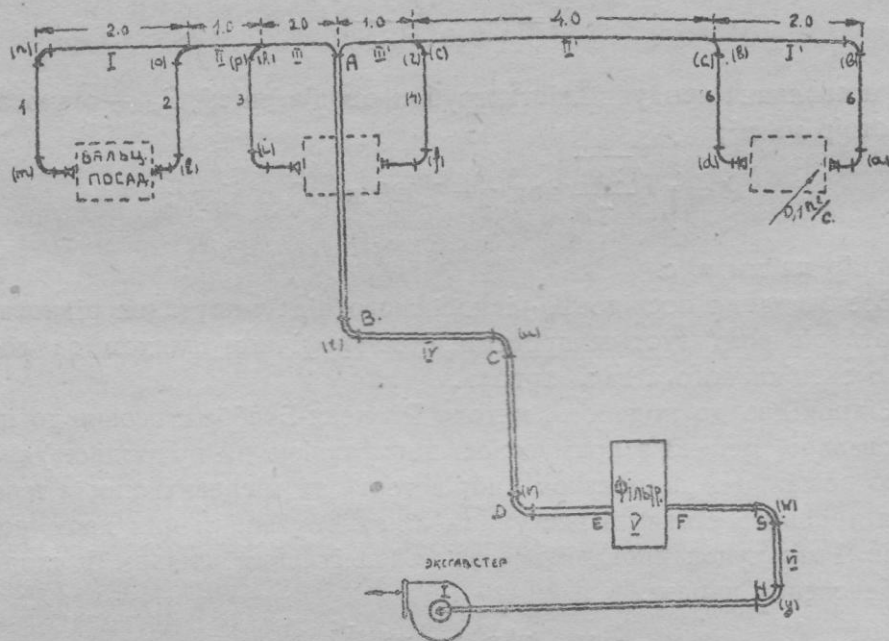
v — швидкість повітря на кожній даній ділянці.

Така в загальних рисах різниця між двома найпоширенішими в інженерній практиці методами розраховувати розгалужені трубопроводи. Обидві методи однаково визнані й так само поширені серед інженерних робітників, із зовнішнього боку не мають будь-яких принципів розходжень, і питання про вибір тої чи тої методи звичайно вільно розв'язується кожним проєктивником залежно від його особистого нахилу до графічної чи аналітичної методи обчислювати.

Проте, не зважаючи на велику поширеність обох метод, ототожнювати їх взагалі, хоч би за конечними наслідками, ні в якому разі не можна. Щоб ілюструвати те, наскільки великі практичні супереч-

ності цих двох метод, ми далі подаємо примірні розрахунки одної і тої самої мережі, переведені за Блессом і рівнобіжно за Рітшелем.

Як приклад, узято невеличкий всисний млинарський трубопровід, що обслуговує три вальцові посади. Розташування всього трубопроводу й розміри його окремих ділянок узято задля дальшого порівняння з книжки проф. Гіршсона, де на сторінках 63—75 наводиться приклад проектування аспіраційної устави. Далі дано схему розташування цього трубопроводу, а в таблиці 1 (стор. 21) зведено всі послідовні дані графічного обчислення сумарного рівновартного перекрою всієї мережі, переведеного в суворій відповідності до всіх основних принципів Блессової методи.



Ділянка IV—ABCDE—8 м.

VI—FGH—5 м.

1) Через кожне гирло від 1 до 6 треба протягти 0,1 м³/сек.

2) Швидкість у трубках від 1 до 6 ділянки. $V \div 6 = 9$ м/сек.

I до III і I' до III' — $v = 4$ м/сек.

IV до VI — $v = 8$ м/сек.

3) Поперечники окремих ділянок повітропроводів визначаємо залежно від кількостей повітря і швидкостей, вирівнюючи опір у рівнобіжно прилучуваних ділянках застосуванням місцевих опорів.

Як видно з даної таблиці, в підрахунку загального рівновартного перекрою взято на облік і втрати Карно, приведені також до рівновартних отворів. Наприклад, при переході ділянок від 6 до I', 5 до II', 4 до III', 1 до I, 2 до II і 3 до III відбувається зміна швидкості від 9 м/с до 4 м/с; відповідна до цієї зміни втрати напору:

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

При переході від ділянки III до IV ми маємо:

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

Відповідні до цих утрат рівновартні перекрої дорівнюватимуть:

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

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

Загальний рівновартний перекрій цілої мережі без фільтра, що його опір виключено також і при підрахунку, за іншими авторами (зادля можливості порівнювати), з таблиці 1 дорівнює:

$$F_{\text{рів.}} = 0,0425 \text{ м}^2,$$

звідки потрібне розрідження у всиснім отворі експавстра

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

Але цей таки трубопровід, підрахований за методою Рітшель-Браббе, згідно з усіма даними, поданими в останньому VII. німецькому виданні (розрахунок зведено в таблицю II), вимагає задля створення тих же таки швидкостей і продукційности трубопроводу розрідження

$$H_k = 28,08 \text{ мм в. ст.,}$$

цебто в 2,25 раза більше.

У курсі проф. Гіршсона пропонується всю мережу розбити на ділянки, до того до кожної з них повинна притикатися тільки одна трубочка. Тоді визначається опір у кожній ділянці, а це можна зробити або графічно, або аналітично, а потім підсумовують усі опори всіх ділянок.

Тоді самий трубопровід при всіх однакових, як і раніш, умовах вимагає розрідження (див. стор. 69).

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

цебто майже удвоє більше, ніж за основним твердженням Блесса, не зважаючи на те, що розрахунок переведено задля ілюстрації застосування його методи. Так само Гронвальд, викладаючи в своїй роботі розрахунок розгалужених трубопроводів за Рітшелем-Браббе, допускає низку тверджень, що суперечать основним твердженням автора методи.

Замість того, щоб підраховувати опори найнесприятливішого стояка, Гронвальд поперше підсумовує всі втрати на тертя, незалежно від того, як прилучено кожен дану ділянку, чи рівнобіжно, чи низ-

ково до загальної мережі; подруге підсумовує всі місцеві опори теж незалежно від їхнього способу прилучання.

Таким чином, той же таки трубопровід, підрахований у четвертий раз за Гронвальдом (див. табл. 3 і 4, стор. 23, 24), вимагає розрідження:

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

цебто в 2,2 раза більше, ніж за Рітшелем, і в 5 разів більше, ніж за Блессом.

Наведені приклади свідчать про відмінність загальних метод розраховувати провітрювальні мережі. Слід звернути увагу на аналізу причин, що зумовлюють згадану велику різницю в наслідках застосування метод Блессової і Рітшелевої.

Як відомо, сумарний напір визначається Блессом у загальному вигляді, як сума опорів:

H_e = входу в трубопровід,

H_r = опору тертя,

H_a = тиску виходу;

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

де кожний член і загальна сума відповідно рівні;

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

де D і l є поперечник і довжина труби в метрах, ξ — сучинник опору вхідного отвору.

Рітшель-Браббе визначає потрібний напір у вигляді суми втрат на тертя, місцеві опори та динамічний напір.

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

Розглядаючи величину сумарного напору в такому вигляді, ми можемо знайти різницю, що є лише в тому, що Блесс із місцевих опорів вилучає в окремий член тільки опір входу (ξ_e), підсумовуючи всі інші опори в утратах на тертя через переведення цих опорів на рівновартні довжини. Ця обставина не може, звичайно, зумовити тої різниці в наслідках, яку було показано в примірних розрахунках.

Поминаючи величину тиску виходу $\left(\frac{v^2}{2g} \gamma\right)$, що в обох випадках однаковісінка, звернімся до порівнювальної аналізи величин утрат тертя та місцевих опорів.

Величина питомого опору на 1 м довжини труби наводиться Блессом у тому вигляді, в якому її подав Вайсбах для округлих труб:

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

Опір тертю на 1 м довжини труби, за Рітшелем:

$$R = \frac{P_2 - P_1}{l} = b \gamma^{0,852} \frac{v^n}{b^m},$$

де член $b \gamma^{0,852}$ означає залежність від в'язкості протічного газу (b) та його питомої ваги (γ). Величина (d) позначена в мм. При 20°C при γ , що дорівнює $1,2 \text{ кг/м}^3$, величина

$$b \cdot \gamma^{0,852} = 6,61 \text{ (для повітря)}.$$

Величина показника степеня n у межах поперечників труб, що трапляються в провітрювальній практиці, не залежить від розміру труби, її форми та стану поверхні і, за низкою дослідів, прийнята Рітшелем за рівну 1,288; величина показника m у вельми високій мірі залежить від стану поверхні труб, але прийнята Рітшелем теж у вигляді пересічної сталої величини для чистих мідних і залізних труб

$$n = 1,924.$$

Таким чином, для повітря вологістю щось із 50% при температурі 20°C й тиску 760 мм живосрібного стовпа величина R набуває такого вигляду:

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

Щоб мати змогу порівняти між собою вирази H_r (за Блессом) і R (за Рітшелем), постараємося привести

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

до виду виразу, даного Рітшелем, увіввши чисельну сталу для

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

і, позначивши задля приведення до однорідного виду поперечник у мм

$$d = 1000 D \text{ мм,}$$

матимемо:

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

Сучинник тертя λ у межах, що їх уживається в провітрювальній техніці, від 6 до 22 м за секунду, Блесс визначає виключно в залежності від поперечника труби, нехтуючи впливом швидкості:

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

Останні ж роботи Рітшелеві вказують якраз на значну залежність величини λ від швидкості, а саме:

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

Це довільне припущення Блесса, викликане лише потребою укласти всі розрахункові дані в атлас кривих, тягне за собою чутливу різницю у величинах λ , особливо в межах поперечників і швидкостей, найчастіш уживаних у млинарських підприємствах.

Замінивши у виразі [2] величину D в метрах на d в міліметрах і привівши його до загального знаменника, маємо:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{1,1}{d} = \frac{0,0125 d + 1,1}{d}. \quad [3]$$

Підставивши це значення λ у вираз [1], одержуємо значення H_r , близьке своїм виглядом до R , а саме:

$$H_r = 62,4 (0,0125 d + 1,1) \frac{v^2}{d^2} = (0,78 d + 68,6) \frac{v^2}{d^2}. \quad [4]$$

Маючи вираз у такому вигляді й порівнюючи його з R за Рітшелем, ми вже можемо знайти одну з причин перевищення результативних даних за Рітшелем над даними Блесса.

Відносячи R до H_r з рівняння [4], маємо:

$$\begin{aligned} R : H_r &= 6,61 \frac{v^{1,924}}{d^{1,281}} : (0,78 d + 68,6) \frac{v^2}{d^2} = \frac{6,61 v^{1,924} d^2}{(0,78 d + 68,6) v^2 d^{1,281}} = \\ &= \frac{6,61}{0,78 d + 68,6} v^{-0,076} d^{0,719} = \frac{1}{0,1165 d + 10,037} \cdot \frac{b^{0,719}}{v^{0,076}}. \end{aligned} \quad [5]$$

Вираз цей, бувши завбільшки більший за одиницю, являє собою порівняне перевищення витрат на тертя за Рітшелем. Наприклад, для трубопроводу середнього поперечника $d = 300$ мм і швидкості 8 м/с ми маємо, що витрати на тертя за Рітшелем в

$$n = \frac{R}{H_r} = \frac{1}{0,1165 \times 300 + 10,037} \cdot \frac{300^{0,719}}{8^{0,076}} = 1,126 \text{ раза більші, ніж за Блессом.}$$

Справді, за Рітшелем ми маємо для такої труби

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

а за Блессом

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

Але ця обставина не може з'ясувати подане в конкретному прикладі перевищення в 2, скажемо, рази. Це велике розходження пояснюється також значною різницею в сучинниках місцевих утрат.

Як відомо, Блесс один із тих, що найчастіш зустрічаються в провітрювальній практиці, місцевих опорів, а саме: коліно в 90° з радіусом заокруглення від 2 до 4 D,—заміняє в усіх випадках на рівновартну довжину, що дорівнює:

$$L_e = 10 D,$$

а це і принципово і практично не можна визнати за правильне.

У загальному вигляді приведення будь-якого місцевого опору до рівновартної довжини можна зробити так:

утрата на місцевий опір в мм в. ст.:

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

утрата на тертя:

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

прирівнявши H_r до H_m ,

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

ми матимемо, що довжина, рівновартна даній утраті на місцевий опір

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

З цього загального виразу виходить, що сучинник переведення в рівновартну довжину не є сталий для кожного даного виду опору, а залежить іще, як і λ , від поперечника, у досліджуваному випадку, коліна, а, за Рітшелем, і швидкості в ньому. От, наприклад, коліно в 90° з радіусом заокруглення, меншим від 5 D, за Рітшелем, має $\xi = 0,3$.

λ для трубопроводів, що їх найчастіше вживається в млинарських підприємствах, від 100 до 500 мм і для тих, що є в млинарстві, швидкостей від 5 до 15 м за секунду, коливаються в межах:

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

Таким чином, рівновартна довжина такого коліна, за Рітшелем, міститься в межах:

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

цебто в кожному разі значно більша, ніж це дає Блесс для всіх розмірів і швидкостей ($L_e = 10 D$). Ця обставина являє собою другу причину зниження результативних даних Блесса проти Рітшеля.

Третя причина є нехтування Блессом опорів у розгалуженнях. Розгалуження прохідні або штаноподібні являють собою деталь, не

менш поширену, ніж коліно. Щодо тих деталей, то Блесс зазначає, що, щоб запобігти появленню опорів, досить добрати поперечні перекрої розгалужень так, щоб вони відносилися між собою, як їхні рівновартні отвори. Якщо додержано цієї умови, то швидкості допливного та відпливного повітря дорівнюють одна одній, і втрат, нібито, не спостерігається.

Тимчасом, досліди Рітшеля-Браббе над опором трояків, за додержання рівності швидкостей, ані трохи не potwierджують цієї тези. У зв'язку з цим і Рітшель і ціла низка інших німецьких авторів, навіть наслідувачів Блессових, незмінно вводять у підрахунок конче потрібного напору опір трояків, чого немає у вказівках Блессових. Така третя причина порівняно низьких наслідків, що їх одержується за цією методою.

Цінуючи ці дві методи з погляду найбільшого наближення до дійсності, доводиться констатувати, що класична метода Рітшеля-Браббе в кожному разі ближча до існуючих умов течії повітря в трубопроводах. Цю тезу potwierджує та обставина, що витрати на тертя, обчислювані за Рітшелем, стоять у повнішій згоді з роботами Лянда, Біля, Блязіюса, Вайсбаха та інш., ніж витрати, визначені за Блессом.

Сталість сучинника рівновартності для заокруглених колін ($L_{ae} = 10 D$) виявляє наявність мало уґрунтованих припущень, властивих цій методі. Те саме доводиться відмітити відносно опорів у вузлах.

Проте, становище Рітшелевої методи не таке, щоб можна було рішучо й упевнено застосовувати її при проектуванні. Сучинники місцевих опорів, що становлять 60—90% загальних, містять у собі, з одного боку, деякі суперечності, а з другого—значно непевні.

Наприклад, Гронвальд, наводячи Рітшелеві сучинники, що їх нема в його основному творі, дає (стор. 156) для дуги коліна:

$$\begin{aligned} \text{в } 60^\circ \xi &= 0,37, \\ \text{в } 70^\circ \xi &= 0,55, \\ \text{в } 70^\circ \xi &= 0,75 \text{ і т. д.,} \end{aligned}$$

цебто сучинники більші, ніж для дуги в повні 90° ($\xi = 0,3$).

Припущення про друкарську помилку вкупі з припущенням про те, що 0,37, 0,55, 0,75 і т. д. позначають частки повного $\xi = 0,3$, не potwierджується дальшим викладанням, з причини того, що автор у примірному підрахунку (стор. 160) для дуг в 75° користується із сучинника $\xi = 0,65$.

Багато упереджень і побоювань викликало розходження даних про опори трояків, опублікованих Браббе, незалежно від Рітшеля (див. Кравзе і Орлова).

Повна невизначеність сучинників особливо ясна, коли розглядати опір трояків. Наприклад, Рітшель зовсім не вказує, для якого кута відгалужків наведена його таблиця сучинників, тимчасом як у практиці цей кут може змінитися в межах від 10° до 30° .

Так само цілком не відомо, як можуть змінитися сучинники опору трояків, коли не додержано умови рівності трьох швидкостей, а це в практиці іноді може бути конче потрібне (осадний трубопровід).

Таблиця сучинників опорів дається Рітшелем у східчастій формі, ось чому вибір ξ для межових значень може бути зроблено довільно.

Не зважаючи на різницю аеродинамічних явищ при розділянні та сполучанні струмин, опір розгалужків для всисних і нагнітних трубопроводів Рітшелем не відрізняється. Неможливість обратимости всисного й нагнітного трубопроводів не раз підкреслюється також і Блессом.

Усі ці неув'язання й невизначеності свідчать про те, що й загальні методи розраховувати провітрювальні мережі потребують дальших пророблень, виточень і змін.

Для специфічних умов млинарських підприємств для перероблення збіжжя та його продуктів, крім порушених питань, потребують спеціального пророблення питання впливу підвищених температур повітря (вальцові посади, зерносушарки, кондиціонери), питання вивчення опору матір'яних фільтрів залежно від роду тканини, питомого навантаження її, запылености повітря, питання зміни величини λ або показника степеня n у Рітшелевім виразі:

$$b \propto \frac{v^n}{d^m}$$

для запылених трубопроводів, питання зміни подання тиску для порошного повітря у зв'язку з тиском додаткового тертя повітря об порошні частинки.

З усього поданого неминучо впливає крайня потреба перевести експериментальну роботу, що її метою повинно бути:

1) утворення норм і умов аспірування основних млинових машин (оббивалок, вальцових посадів, розсійників і віялок);

2) критично-експериментальна перевірка метод і даних Рітшеля та Блесса з метою усунути подані вище суперечності й невизначеності в загальних методах розраховувати розгалужені трубопроводи;

3) розв'язання переліченого вище ряду питань, властивих провітрювальним установам підприємств для перероблювання зерна й таких, що можуть впливати на декотру зміну загальних метод розраховувати мережі. Переведення експериментальних робіт у цьому напрямку дасть конче потрібний матеріал не тільки для підприємств для перероблювання зерна, а взагалі й для проектування провітрювальних устав, що в нашому Союзі набувають чимраз більшого значення.

Табл. 1. Визначення сумарного рівновартного перекрою розгалуженого трубопроводу за Блессом
(Схема мережі на стор. 12)

№№ дільн.	Кількість повітря $\frac{g}{m^3/c}$	Швид- кість $\frac{v}{m/c}$	Попереч. d м	Довжина дільниці			Доданки повного рівно- вартного перекрою			Повний рівновартний перекрій даної дільниці		Сума рівно- вартних пе- рекріїв до даної діль- ниці включно	Уваги
				Геометр. l м	Кількість колін по 90° шт.	Розра- хункова l_a м	Входу F_e	Тертя F_θ	Виходу F_a	Рівнобіжно при сполуч. $+ F_{ae}$	Низькоє сполучення $\sim F_{ae}$		
6	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,012	0,020	—	0,0103	0,0103	Правий бік
I'	0,1	4,0	0,18	2,0	—	2,0	—	0,057	—	—	0,057	0,0102	
5	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,012	0,020	0,0103	—	0,0205	
II'	0,2	4,0	0,25	4,0	—	4,0	—	0,091	—	—	0,094	0,0198	
4	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,012	0,020	0,103	—	0,0391	
III'	0,3	4,0	0,31	1,0	1	4,1	—	0,165	0,075	—	0,068	0,0275	Лівий бік
1.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,112	0,02	—	0,0103	0,0103	
I.	0,1	4,0	0,18	2,0	—	2,0	—	0,057	—	—	0,057	0,0102	
2.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,012	0,02	0,0103	—	0,0105	
II.	0,2	4,0	0,25	1,0	—	1,0	—	0,190	—	—	0,190	0,0204	
3.	0,1	9,0	0,12	2,5	2	5,0	—	0,012	0,02	0,0103	—	0,0307	
III.	0,3	4,0	0,31	1,0	1	4,1	—	0,165	0,075	—	0,068	0,0280	
Праві й ліві боки злучені рівнобіжно, отже, сума $F_{ae} = 0,0275 + 0,0280 = 0,0565$													
IV.	0,6	8,0	0,31	8,0	3	17,3	—	0,079	Утрата на- пору при вході у фільтр ура- хов. в опорі фільтра		0,079	0,047	
V. Про опір фільтра див. далі.													
VI.	0,6	8,0	0,31	5,0	2	11,2	—	0,099	—	—	0,099	0,0425	

Величина сумарного рівновартного перекрою всієї мережі: $F_{ae} = 0,0425 \text{ м}^2$.

Табл. 2. — Визначення конче потрібного розрідження для розгалуженого трубопроводу, згідно зі схемою на стор. 12, за методом Рітшеля-Браббе

№№ дільн.	Кіль- кість повіг- ря в м³/с	Дов- жина діль- ниці l	Сума сучин. місце- вих опор. $\sum \xi$	Попе- реч- ник трубо- про- воду d мм	Утра- та на пору на п/м R п/м мм в. ст.	IR мм в. ст.	$Z = \sum \xi \frac{v^2}{2g}$ мм в. ст.	IR+Z мм в. ст.	$\sum (IR + Z)$	Увага
6	0,1	2,5	1,6	120	1,0	2,5	8,0	12,5	—	входу = 1,0 подв. розч. = $2 \times 0,3 = 0,6$
Утрата Карно								1,6	14,10	
Г	0,1	2,0	—*)	180	0,12	0,24	—	0,24	14,34	
II'	0,2	4,0	1,0	250	0,081	0,324	1,0	1,324	15,66	$\frac{D}{d_d} = \frac{250}{180} < 1,5$
III'	0,3	1,0	2,0	310	0,067	0,067	2,0	2,067	18,73	$\frac{D}{d_d} = \frac{250}{310} < 1,5$ сл.
Утрата Карно = $0,0625 (4 - 8)^2$								1,000		$\xi_d = 1,0; \gamma \xi = 1,0$
IV	0,6	8,0	0,9	310	0,25	2,0	3,8	5,8	24,53	ξ тривідвід = $3 \times 0,3 = 0,9$
VI	0,6	5,0	0,6	310	0,25	1,25	2,3	3,55	28,08	
Сумарне конче потрібне розрідження дорівнює 28,08 мм в. ст., цебто в $\left(\frac{28,08}{12,45}\right) = 2,25$ рази більше, ніж за V. Blaess-ом.										

*) Опір трояка відносимо до ділянки II'.

Табл. 3.—Визначення втрат на тертя, за даними Гронвальда для трубопроводу, згідно зі схемою на стор. 12

[illegible]

Табл. 4.—Визначення втрат на місцеві опори, за даними Гронвальда
для трубопроводу, згідно зі схемою на стор. 12

Окремі частини трубопроводу		Ø труби мм	Швид- кість w м/с	Су- чин- ник ξ	Окремі частини трубопроводу		Ø тру- би мм	Швид- кість w м/с	Су- чин- ник ξ
№	Р і д				№	Р і д			
a	1 дуга 90°	120	9,0	0,3	m, n	2 дуги 90°	120	9,0	0,6
b	1 дуга 90°	120	9,0	0,3	o, p, r, s,	4 дуги 75°	120	9,0	2,6
c	1 розгалузок	$\frac{250}{180.120}$	4,0	1,0	t, n, v, w, y	5 дуг 90°	310	8,0	1,5
d	1 дуга 90°	120	9,0	0,3	<p>I. Сума сучинників при швидкості w = 9,0 м/с $\Sigma \xi_y = 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 +$ $+ 0,3 + 0,6 + 2,6 = 5,0$ Утрата напору $h_g'' = 5,0 \frac{9,0^2}{19,62} 1,2 = 24,80$ мм в. с.</p>				
e	1 розгалузок	$\frac{310}{250.120}$	4,0	1,0					
f	1 дуга 90°	120	9,0	0,3					
g	1 розгалузок	$\frac{310}{310.310}$	4,0	1,0	<p>II. Сума сучинників при w = 4,0 м/с $\Sigma \xi''_4 = 1,0 + 1,0 + 1,0 + 1,0 + 1,0 = 5,0$</p>				
h	1 розгалузок	$\frac{310}{250.250}$	4,0	1,0	<p>Утрата напору $5,0 \frac{4^2}{19,62} 1,2 = 1,2 = 4,89$ мм в. с.</p>				
i	1 дуга 90°	120	9,0	0,3					
k	1 розгалузок	$\frac{350}{180.120}$	4,0	1,0	<p>III. Сума сучинників при w = 8,0 м/с $\xi = 1,5$; утрата напору = $= 1,5 \frac{53^2}{19,62} 1,2 = 5,87$ мм в. с.</p>				
l	1 дуга 90°	120	9,0	0,3	<p>Сума напору на м/с = 24,80 + 4,89 + + 5,87 = 35,56 мм в. с.</p>				

До роботи машин механічного дробіння¹⁾

Досліджування вальцювого посаду

Інженер аспірант науково-дослідчого відділу Комбінату Технології
зерна й борошна М. Л. Шехтман

РОЗДІЛ I

Хай валець посаду вальцювого обертається з якоюсь кутовою швидкістю ω (рис. 1). Очевидно, рух цілком визначений, тому що $\varphi = f(t)$.

Якщо відома колова швидкість одного вала, наприклад, $d = 250$ мм (рис. 2), то можна знайти графічно колову швидкість вала першого-ліпшого d . Збудуймо швидкісну діяграму. Для цього відкладемо швидкості у вигляді ординат, а по осі абсцис відповім радіуси вала. А що швидкість v_a є функція радіуса за одних і тих самих обертів, то, вибравши відповідне мірило (маштаб) швидкостей, легко з діяграми знайти і величини швидкостей інших діаметрів.

Хай наша швидкість $v_a = \eta a$ м/сек.; η є мірило швидкостей.

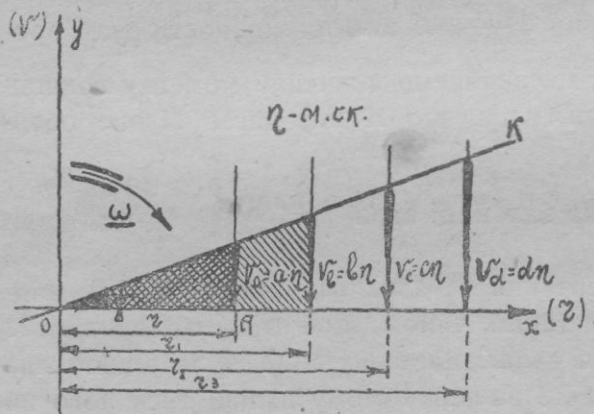


Рис. 2.

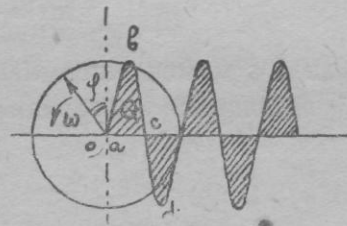


Рис. 1.

Відклавши на абсцисі r, r_1, r_2, r_3 і т. д. відповідних вальців і повівши через відтинки $v_a = \eta \cdot a$ і початок пряму ОК, матимемо на перетині нашого радіуса і сторчами відповідні швидкості інших валів. Така діяграма дещо наочніш, ніж таблиця, дає характеристику швидкостей валів; вона набуває особливого значення, коли порівняти американські

швидкості і наші, як вигідне графічне зображення.

Знайдім перш за все, користуючися з основ механіки, рівняння

¹⁾ Див. „Известия Института Техн. Зерна и Муки“ № 1 (2). 1929.

обертання вала¹⁾. Хай, як і раніш (рис. 3), кут повороту вала в t секунд $= \varphi$.

І хай на вал P чинить сила, чи система сил, що їхній момент навколо осі обертання $= M$. Ці сили можуть бути тільки зовнішні і складаються виключно із зусилля розмелювання зерна²⁾ (див. рис. 3); очевидно, чисельна величина моменту: $M = Q \cdot r$. Із закону моментів відомо, що похідна з часу від моменту кількості руху системи дорівнює моментові зовнішніх сил. Знайдім момент кількості руху навколо осі OZ .

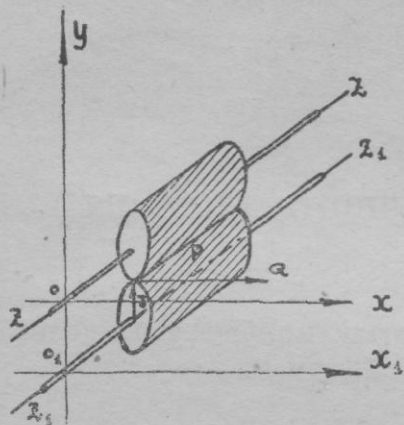


Рис. 3.

Кількість руху першої-ліпшої точки периметра вала буде $mr\omega$, момент кількості руху дорівнює $mr^2\omega$, аналогічно для всіх точок поперечного перекрою. Тоді момент кількості руху всіх точок буде:

$$mr^2\omega + m_1r^2\omega + \dots = \omega \sum mr^2 = \omega J,$$

де J є момент інерції циліндричного вала навколо осі OZ .

Знавши це, зараз же можна написати таке:

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

цебто диференціальне рівняння обертання. За інтегрування цього рівняння ввійдуть дві цілком довільні сталі, і для їх визначення повинно дати обидві початкові умови руху. Хай валець має момент інерції J ; $\varphi = f(t)$ відоме; тоді, визначивши $J \frac{d^2\varphi}{dt^2}$, ωJ момент кількості руху, про-диференціювавши щодо часу, ми знайдемо величину моменту зовнішніх сил, отже, і їхню величину, що її перемагає вільне обертання вала.

Тиск на вальниці вала

Валець лежить підчас обертання на двох вальницях A й B ; підведім до нього осі координат таким чином, щоб вісь ox злилася з геометричною віссю обертання вала і площа YOZ була рівнобіжна з площиною обертання (рис. 4). При нерухомому вальці тиск його на вальниці знаходиться за теоремами статки. Скоро вал починає обертатися зі значною швидкістю, як зараз, крім тих, що вже є, статич-

¹⁾ Далі основні виводи й деякі тези механіки, що потрібні задля доказів, нами подаються докладно, з метою вигідності розуміння.

²⁾ Ми поки нехтуємо силами ваги й натягу ремнів.

них тисків, з'являються тиски динамічні. Як бачитимемо далі, вони зростають пропорціонально квадратові швидкості і можуть діяти у вальцовім посаді значних величин.

Хай валець обертається з кутовою швидкістю ω навколо осі OX . На кожну точку m периферії круга чинить доосередкова сила $F = m\omega^2 r$, напрямлена радіально до центра обертання від першої-ліпшої точки периферії. Сила інерції, прикладена до точки m за д'Аламбером, дорівнює чисельно $m\omega^2 r$ і напрямлена протилежно, від центра обертання. Проекції цієї сили на осі координат:

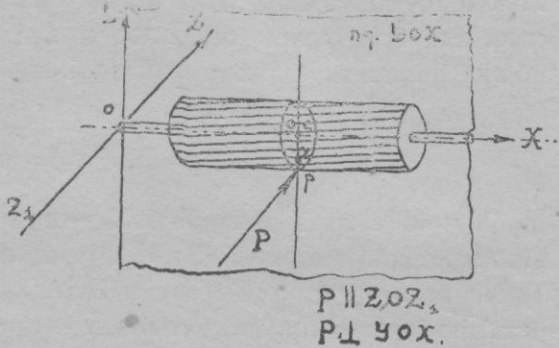


Рис. 4.

$$m\omega^2 z; m\omega^2 y; 0. \quad [1]$$

Хай наші шукані динамічні тиски на вальниці будуть рівні:

$$Z_1, Y_1, 0 \text{ i } Z_2, Y_2, 0. \quad [2]$$

Додавши до зусиль [2] сили інерції, що чинять на валець, не

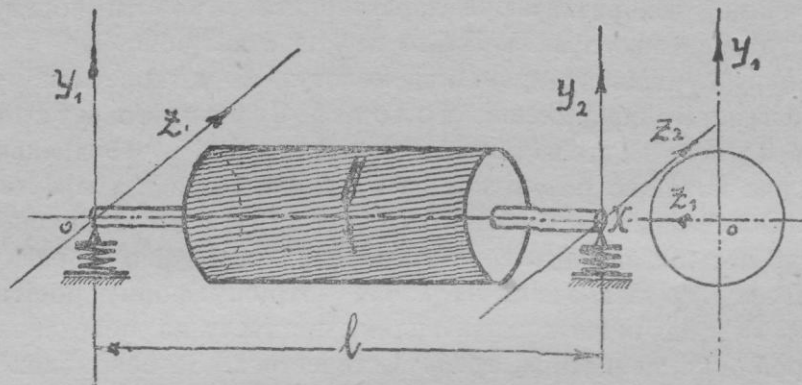


Рис. 5.

важко призвести нашу систему за принципом д'Алямбера до статичної задачі. Умови рівноваги можна написати в такому вигляді:

$$\Sigma Z = Z_1 + Z_2 + \omega^2 \Sigma m Z = 0.$$

Напишім рівняння моментів:

$$\Sigma Y = Y_1 + Y_2 + \omega^2 \Sigma m y = 0; \Sigma X = 0,$$

чи інакше:

$$\Sigma M_z = -Y_2 l - \omega^2 \Sigma m y x = 0; \Sigma M_y = Z_2 l + \omega^2 \Sigma m z x = 0; \Sigma M_x = 0. \quad [3]$$

Тут Σm_{zx} , Σm_{yx} є відповідні відосередкові моменти.

Як бачимо з виразів [3], підсумовування переводиться водночас по всіх осях, цебто по всьому об'єму вала. Значення ω^2 винесено за знак підсумовування, тому що кутова швидкість обертання одна й та сама для всіх точок обертового вала. Рівняння [3] (див. динаміку) можна написати в такому вигляді, не змінюючи умов рівноваги:

$$\left. \begin{aligned} Z_1 + Z_2 &= M\omega^2 & Z_c &= 0; & Y_1 I + \omega^2 D &= 0 \\ Y_1 + Y_2 &= M\omega^2 & Y_c &= 0; & Z_2 I + \omega^2 E &= 0 \end{aligned} \right\}. \quad [4]$$

Тут M є маса вала, Z_c і Y_c — координати центра інерції, D і E — відосередкові моменти. З [4] можна легко обчислити шукані тиски. Так само знаходяться і тиски Z і Y . При наявності твердих опор — реакцію їхню, а при поступливих — пружність, що її перемагають пружини. Щоб динамічні зусилля, взагалі кажучи шкідливі в механізмі, перетворювалися на 0, конче потрібне й достатнє додержання таких умов:

$$\left. \begin{aligned} Z_c &= 0 & D &= \Sigma myz = 0 \\ Y_c &= 0 & E &= \Sigma mzx = 0 \end{aligned} \right\}. \quad [5]$$

Умова $Z_c = 0$ і $Y_c = 0$ вказує на цю обставину, що центр інерції (він же тут ЦВ) повинен лежати на осі обертання. $D = 0$ і $E = 0$, вказує, що відосередкові моменти мусять дорівнювати 0. Під цим розуміється, щоб вісь обертання була водночас одна з головних осей інерції вала. З вищеподаного бачимо, що, визначаючи характеристику роботи посаду, слід його ґрунтовно аналізувати. Надто це конче потрібно, що в сучасну пору, — пору бурхливого зростання молоття, як у теоретичному, так і конструктивному оформленні, молоття неминучо мусить перейти на підвищені швидкості валів¹⁾. Точнісінько так само конче потрібно розумітися на механічних проявах ефективності посаду. Остаточним наслідком цієї роботи буде доказ доконечности переходу вальців на надаммериканські швидкості валів, порядку 15—20 м за секунду та вказівки на конче потрібну форму робітної поверхні²⁾. Підходячи до аналізу впливу продукту на обертання валів, умов дробління та різання, треба застерегтися. За обводових швидкостей валів 4—5 м/сек, цебто тоді, коли швидкість різця (розуміється карбу) порівняно невелика — все ж таки маємо в наявності більше відколювання, ніж різання. Та теорія різання зерна, що була в літературі, не являє собою теорію, що базується на практичному досліді. Навпаки, вона є цілком абстрактна, не зв'язана аніяким співвідношенням з першоосновною — дослідом. Правильніше ціновання дробління різання дав проф. Козьмін — він досліджував можливість різання, і саме різання, тому що кут різання в нього був менший за 90°.

¹⁾ Цей погляд у даній статті не обґрунтований, в найближчому часі її буде надруковано з додатком відповідних доводів.

²⁾ За високих швидкостей дробильних органів характер робітних поверхонь цілком зміниться.

Інші засновки авторів не мають під собою ґрунту. Справді, якось дивно дискутувати про наявність різання при куті різання карбу, що доходить 90—100 і більше градусів. Це цілком рівновартно прикладові різання площиною, нормально до її поверхні. Проте, в цій статті ми не вважаємо за можливе подати теоретичне дослідження принципів дробіння; їх викладено в роботі, що вже готується—„Досліджування вальців і теорія дробління зерна“.

За швидкостей порядку 4—7 м за секунду карби, вдаряючи по цілому ряду часток, що надійшли в робітну щілину, зазнають пружної реакції останніх і, перемагаючи її, дрібнять частки. В разі наявності ступня карбу t й колової швидкості вала v , не важко знайти той проміжок часу чи період, протягом якого карб перебігає ялову дільницю до моменту вдару і після нього.

А як з'ясовано, що карби не чинять безупинно, а поштовхами, що йдуть один за одним вельми швидко, то слід припустити, що існує підчас обертання вальця період ялового й робітного перебігу, існує, отже, декотра періодична функція від числа обертів і рівномірності подавання. Гармонічна вона буде лише в тому разі, коли число обертів є Constant і подавання за той же таки проміжок часу рівномірне.

Хоч би як зовнішньо був малий вплив на механізм зусиль молоття, дослідження й спостереження за роботою посаду показують, що він значно відбивається на стійкості посаду. Посад починає двигтяти. Двигтіння може збільшитися і щодо величини і щодо сили в той момент, коли поштовхи нерівномірності молоття, що швидко йдуть один за одним, потрапляють у резонанс з коливаннями системи посаду, як визначеної маси. У досліджуванні статички й динаміки посаду (ч. 1.) цей випадок ми виклали детально.

Подивімся, як відбивається на механізмі посаду зусилля молоття і напрям цього зусилля. З вищеподаного виходить, що невеликі поштовхи, які йдуть один за одним і які являють собою момент відколювання частинок карбами, є не інше що, як поштовхи, направлені центрально або скісні залежно від системи посаду.

Хай валець обертається з кутовою швидкістю ω і підтримується двома вальницями А й В. Протягом вельми малого проміжку часу $t - t_0$ на нього чинить сила Р молоття (опір частинок), що її момент навколо осі ОХ буде $= M$.

Ми знаємо вже, що рівняння обертання (див. стор. 26) визначається

$$J \frac{d^2\varphi}{dt^2} = J \frac{d\omega}{dt} = M; \quad [1]$$

помножуючи обидві частини на dt та інтегруючи в межах від t_0 до t , маємо:

$$J (\omega - \omega_0) = \int_{t_0}^t M dt, \quad [2]$$

цебто за чину вдару на вал, що обертається навколо нерухомої осі, збільшення добутку моменту інерції на прирощення кутової швидкості, а також моменту імпульсу зовнішньої сили кількості руху дорівнює імпульсові моменту відносно осі обертання.

За допомогою цього рівняння можна за даним імпульсом, величиною кутової швидкості вальця до вдару об зерно та величиною J його визначити кутову швидкість вала після вдару.

Або інакше: знаючи збільшення ω за час удару та J вальця відносно його осі обертання, не важко визначити імпульс моменту.

Розв'язавши окремий випадок, коли $\omega_0 = 0$, цебто коли валець, перед ударом був нерухомий, можна визначити те значення імпульсивного моменту, що є конче потрібний, щоб призвести валець у рівномірне обертання зі швидкістю ω , яка потрібна для завантаженого посаду.

Визначмо зусилля, що постають у наслідок удару і величини реакцій, які буде прикладено нормально до осей обертання й до головних осей інерції вала.

Хай (рис. 5а) вісь обертання є вісь — OX .

Вісь OY напрямлена по якнайменшій віддалі між віссю обертання та імпульсом або зусиллям P , що відповідає цьому імпульсові.

А й B , як і раніш, є вальниці пружні або тверді. Зараз, визначаючи лише величини реакції, ми припускаємо, що вони тверді; взагалі ж кажучи, їхня стійкість впливає на роботу посаду і в технологічній розумінні.

Проектуємо силу P , що вчиняє вдар (вислідна сил молоття), на всі напрями осей координат.

Вони будуть: $X=Y=0$, і Z .

За точку прикладання сили $P=Z$ візьмим точку p з координатами: op і O .

У цій точці p зусилля $P=Z$ перетинає вісь OY .

Напишім для обертового вала рівняння руху центра інерції C і рівняння моментів. Під центром інерції, як повинно бути відомо читачеві, ми розуміємо таку точку C з координатами X_c , Y_c і Z_c , що задовольняють умову:

$$x_c = \frac{\sum mx}{M}; \quad y_c = \frac{\sum my}{M}; \quad z_c = \frac{\sum mz}{M},$$

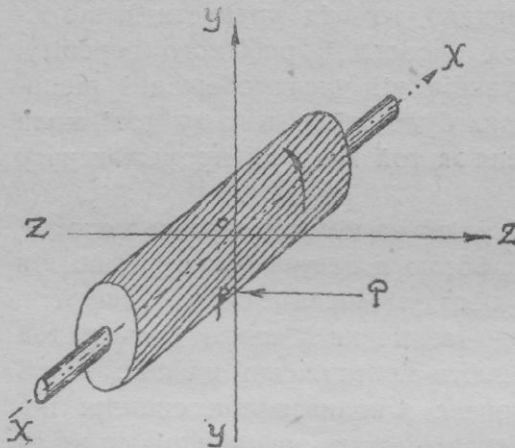


Рис. 5-а.

де $\Sigma m = M$ є маса всіх точок системи; тоді (рисунок 6);

$$\left. \begin{aligned} M \frac{d^2 z_c}{dt^2} &= Z + Z_1 + Z_2; \\ M \frac{d^2 y_c}{dt^2} &= O + Y_1 + Y_2; \quad O = X + X_1 + X_2; \\ \sum m x \frac{d^2 y}{dt^2} &= -p x + a Y_1 - b Y_2 \\ \sum m x \frac{d^2 z}{dt^2} &= -a Z_1 + b Z_2; \quad J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = op \cdot Z \end{aligned} \right\} \quad [3]$$

Множимо обидві частини рівності [3] на dt і інтерпретуємо в межах

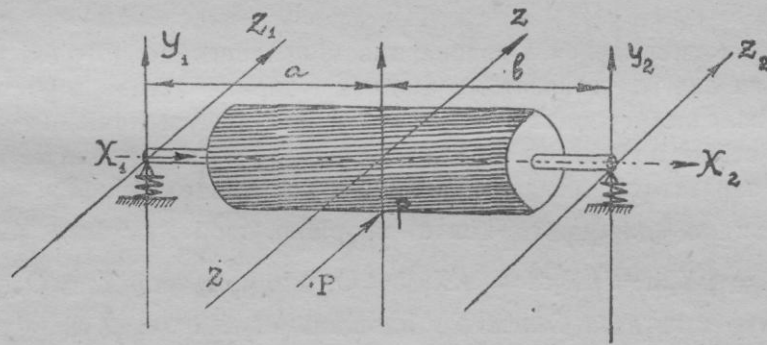


Рис. 6.

від t_0 до t_1 , де t_0 і t_1 є початок і кінець удару (момент перекрою частки); тоді матимемо:

$$\left. \begin{aligned} M \left(\frac{dz_c}{dt} - \frac{dz_{c0}}{dt} \right) &= J_z + \int_{t_0}^t Z_1 dt + \int_{t_0}^t Z_2 dt \\ M \left(\frac{dy_c}{dt} - \frac{dy_{c0}}{dt} \right) &= \int_{t_0}^t Y_1 dt + \int_{t_0}^t Y_2 dt \\ O &= J_x + \int_{t_0}^t X_1 dt + \int_{t_0}^t X_2 dt \end{aligned} \right\} \quad [4]$$

Тут $J_x, Y_y = 0$; J_z є проекція імпульсу сили P , прикладеної до точки p . Але $z = \omega y$; $Y = \omega z$; тоді рівняння [4] можна переписати в такому простішому вигляді:

$$\left. \begin{aligned} -M y_c (\omega - \omega_0) &= J_z + \int_{t_0}^t Z_1 dt + \int_{t_0}^t Z_2 dt \\ M z_c (\omega - \omega_0) &= \int_{t_0}^t Y_1 dt + \int_{t_0}^t Y_2 dt; \quad O = J_x + a \int_{t_0}^t Y_1 dt - b \int_{t_0}^t Y_2 dt \end{aligned} \right\} \quad [5]$$

або

$$E (\omega - \omega_0) = p x + a \int_{t_0}^t Y_1 dt - b \int_{t_0}^t Y_2 dt;$$

$$-D(\omega - \omega_0) = -a \int Z_1 dt + b \int Z_2 dt;$$

$$J(\omega - \omega_0) = pY_z.$$

Прийнято такі позначення: $D = \Sigma m y z$; $E = \Sigma m z x$ — відосередкові моменти інерції навколо осі OX .

Знавши точку прикладання імпульсу сили P , її величину, а також значення: M , J , D , E і a , b , z_c і y_c , що характеризують графічно й аналітично наш валець, не важко з останніх рівнянь знайти $(\omega - \omega_0)$; підставивши тоді його в інші рівняння, знаходимо бічні удари на вісь: $\int Z_1 dt$; $\int Z_2 dt$; $\int Y_1 dt$ і $\int Y_2 dt$, а також суму поштовхів уздовж осі $\int X_1 dt + \int X_2 dt$.

Далі, користуючися з правил динаміки, виведемо потрібні умови, що за них вал не зазнаватиме жадних ударних зусиль, вірніш, щоб на вісь вала не передавалися поштовхи, які можуть шкідливо впливати на стійке положення вальців підчас роботи, а також з метою запобігти паразитним тискам у вальницьких вальцьових осяницях.

Очевидно, для цього конче потрібно, щоб: $\int Z_1 dt = \int Z_2 dt = \int Y_1 dt = \int Y_2 dt = \int X_1 dt = \int X_2 dt = 0$, а також, щоб $Z_c = 0$, цебто, щоб центр ваги вала C лежав у площині UOX і перебував у площині, яка проходить крізь вісь обертання, тимчасом як сама площина нормальна щодо чину удару (див. рис. 4).

3-є рівняння з ряду [5] дає нам залежність $Y_x = 0$.

Але цілком так само (див. рис. 5 і 6) $J_y = 0$; отже, імпульс J мусить бути нормальний щодо площини UOX , а саме в ній, згідно з вищеподаним, лежить вісь обертання OX і центр ваги вала C . Останні дві умови ряду [5] вимагають, щоб відосередкові моменти інерції навколо осі OX дорівнювали 0, цебто, щоб: $D = \Sigma m y x = E = \Sigma m z x = 0$; інакше кажучи, щоб вісь обертання вала була водночас головною віссю інерції вала для початку O .

І, нарешті, шляхом виключення J_z з першої й останньої рівності [5] знайдемо віддаль від осі вала тої точки, де повинен бути нанесений удар, або те геометричне місце точок, на одній із твірних вала, куди конче потрібно напрямити стрічку продукту із засипного жолобового апарата; отже, $or = \frac{J}{M y_c}$; радіус or спрощено позначимо величиною p .

Одержана нами величина or являє собою не інше що, як приведено до довжини фізичного маятника з масою, що дорівнює масі обертового вальця.

Очевидно, що тільки тоді, коли зусилля удару буде нанесено по лінії, що відлежить від осі на віддалі or , удар не буде шкідливо відбиватися ні на осі вала, ні на роботі пружного механізму в цілому.

Все вищеподане сходиться на таке:

1) Стрічка продукту, що падає із засипного жолобового апарата, мусить бути напрямлена нормально щодо площини, поведеної крізь осі обертання й центра ваги вала (поземої).

2) Вислідна зусилля молоття мусить бути нормальною щодо площини UOX і мусить лежати в площині, нормальній щодо осі обертання; при цім вона мусить перетинати вісь вала в такій точці, для якої вісь обертання є головна вісь інерції вала.

3) Радіус, що на ньому прикладається зусилля молоття, мусить дорівнювати довжині приведенного маятника з масою, що дорівнює масі вала.

Тоді, як ці умови буде задоволено, вислідна зусилля молоття буде прикладена в центрі вдару.

Треба зауважити, що в обертовому поземому вальці, як цілком циліндричному тілі, $Z_c = Y_c = 0$, цебто центр ваги вала перебуває на осі обертання; отже, всі поштовхи, що їх зазнає вал, передаються безпосередньо на вал, його чопи та вальниці. При цім, якщо долішній вал рухомий, то пружний натискний механізм ніколи не може бути, теоретично кажучи, стійкий, за діагонального розташування валів.

Поняття це не важко ілюструвати рисунком 7 (схема діагонального розташування). Зусилля молоття, передаючися безпосередньо на осі, підсумовується з величиною реакції маси розмелюваного продукту і разом становить вислідну; при цім напрям і величина реакції є функція культури розроблюваного продукту, величини засипного жолоба та кутів зрізування карбів. Зістаючися раз-у-раз у площині U_1OU , зусилля P може, проте, набувати різних значень і напрямів у цій площині, змінюючи величину лінійного кута до площини ZOZ_1 , що містить у собі геометричні осі обертових валів.

Діагональне розташування валів, що з'явилося засобом зменшення ширини посаду, недоцільне, проте, з погляду динамічного. Вище ми дали вивід загальних умов, що конче потрібні для роботи вальців. На цій підставі треба визнати, що:

1) Діагональне розташування вальців недоцільне з погляду динамічної стійкості вальців (підчас роботи).

2) За горішнього швидкообертового котка в цьому

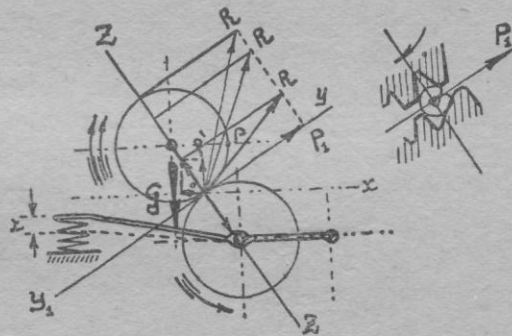


Рис. 7.

розташуванні долішній рухомий мусить посідати значної сили пружини (вплив зусилля молоття+вага котка).

3) Створює вислідну, напрямлену проти обертання вала й прикладену не в центрі вдару обертового вала¹⁾.

4) Наслідки пункту (2) є конча потреба підсилити пружинний механізм, отже, і його нечутливість до зміни навантажень і до сторонніх речей, що в нього потрапляють, звідси—ламання важелів осяниць.

У разі збільшення колових швидкостей картина значно змінюється на гірше, але тут ми не маємо змоги все висвітлити.—Детальні

виклади буде дано в моїй, що готується до друку, роботі: „Досліджування вальцових посадів і теорія механічного дробління зерна“.

Умови цілком змінюються, якщо розташувати вальцові котки зовсім поземо (рис. 8).

Таку схему ми маємо в американських системах.

Тут зусилля молоття прикладено також на периферії вальця, але

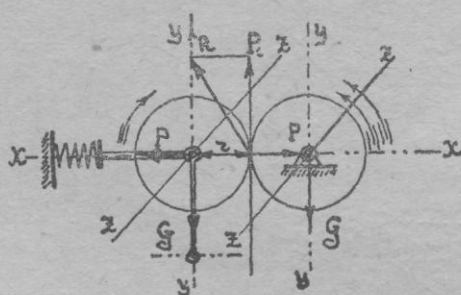


Рис. 8.

якщо спробувати розкласти зусилля реакцій, то ми одержимо тільки дві сили—одну, що створює реакцію і напрямлену прямовисно, вона дає зворотний обертальний момент $P \cdot r$,—і другу—по лінії, що злучає осі обертання. Це зусилля сприймається виключно пружністю пружин. Крім того, вага рухомого вала, як видно з рис. 8, цілком не впливає на степінь стиску пружини та її статичність (хіба тільки з розрахунку відновного зусилля).

За основу для нас, з погляду механіки, повинна бути умова—стійкість системи.

РОЗДІЛ II.

Коливання системи

У попереднім розділі ми розглянули умови, що стосуються до обертального руху валів, припускаючи тверді опори. Насправжки ж натискний механізм, як взагалі пружна система, деформується під впливом зовнішніх сил, ваги й зусилля молоття, при чім кількість затраченої роботи на цю деформацію цілком визначається остаточною зміною форми пружини, її відхиленням X .

¹⁾ Властивість центра вдару посідатиме точка P в разі правильного перерахування конструкції посаду:

З повільного зростання відхильного зусилля вся затрачена для цього робота нагромадиться у вигляді потенціальної енергії пружини. Але скоро на коливання зусиль відбуватимуться зі швидкістю, достатньою, щоб виникли сили інерції, облік чинних сил і аналіза руху стають дещо складніші.

Щоб докладно вивчити пануючі зусилля і величини переміщень, звернімся до метод теорії опору матеріалів. Згадаймо при цьому, що потенціальна енергія визначається однорідною функцією 2. степеня, від напруги.

Кінетична енергія вільно-обертового вала дорівнює:

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

де J , як і раніш, є момент інерції відносно осі обертання.

Хай валець, що перебуває в положенні кута φ_0 і рухається з кутовою швидкістю ω , в напрямі зростання φ зустрінув на своєму шляху частку зерна. Очевидно, цей опір буде напрямлений у бік, протилежний рухові; отже, валець мусить зовні отримати імпульс сили, що її момент m є в напрямі зростання кута φ (і ω).

Момент кількості руху дорівнювався $J\omega$, тепер він дорівнює $J\omega + m$, і якщо через ω_1 позначити нову кутову швидкість (збільшення буде від'ємне), то виявиться, що вона дорівнює:

$$\omega_1 = \omega + \frac{m}{J}. \quad [2]$$

Таким чином, кінетична енергія вальця буде:

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

а потенціальна його енергія зобразиться, як $F(\varphi_0)$; отже, загальне рівняння руху вала буде:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + \frac{1}{J} f(\varphi) = 0,$$

де $f(\varphi)$, як і раніш поданий додатково імпульс, містить у собі і тертя і роботу всіх опорів обертанню вала.

Хай у вільному стані, цебто без навантаження молоття, валець має вагу $G_{\text{кг}}$ і стискання пружини доходить $h_{\text{см}}$ на 1 кг ваги його.

Цілком ясно, що за роботи вальців з навантаженням пружина безупинно коливається вгору й униз разом з вальцем, коливаннями визначеної частоти (нехтуючи власними коливаннями пружини).

Коливання ці, сумуючися з нерівномірністю подавання й потрапляючи в резонанс з власними коливаннями посаду (як маси), спричиняються до його двигіння, що так часто спостерігається в млинах.

Роботу пружного механізму й дослідження обертання вальця, як вільного тіла, нами було взято з тою метою, щоб у дальшому мати

змогу застосувати принцип д'Алямберів до визначення роботи. Частину цього досліджування ми проробили в розділі I.

У цей проміжок часу, коли вага вальця й сил тиску продукту фіксуються в певному положенні краєм пружини на висоті $A-A_1$ см $= x$ (рис. 9), то сила, чинна по напрямку відновлення рівноваги, $= \frac{x}{h}$ кг і рухома маса $= \frac{G}{g}$ (нехтуючи масою пружини); тоді рівняння рівноваги буде:

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

звідки пришвидшення коливання механізму буде:

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

Це рівняння показує, що в нашому пружинному механізмі (як звичайно) пришвидшення пропорційне величині одиничного відхилення x . Тоді, очевидно, в рівнянні простого гармонічного руху (коливання пружини) $\frac{d^2x}{dt^2} + q^2 x = 0$ конче потрібно замінити q^2 на $\frac{g}{Mh}$, як величину стали.

Розв'язанням першого диференціального рівняння буде:

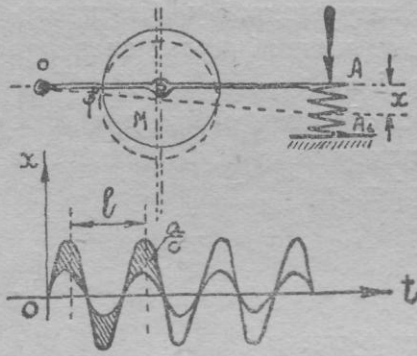


Рис. 9.

$$x = a \sin qt + b \cos qt \text{ або } x = A \sin (qt + E),$$

а це дає закон, що зв'язує величину коливання x з часом t . Узятий нами знак $+$ перед $q^2 x$ правильний, бо за руху тіла в додатний, при прийнятих позначеннях, бік x зростає, $\frac{dx}{dt}$ додатно, але $\frac{d^2x}{dt^2}$ від'ємно, цебто рух тіла при зростанні x загальнюється.

Хай за такого гармонічного (або, в окремому випадку, періодичного) коливання вальця, що лежить на пружинних опорах, при переході його до зміни напрямку коливання рух загальнюється силою, пропорційною його швидкості: $b \frac{dx}{dt}$.

Ця сила чинить точнісінько так само, як і відновна сила $\frac{x}{h}$, цебто намагається повернути валець у рівноважне положення; тоді

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

це є умова, конче потрібна й достатня для стійкої роботи механізму за умови, що до величини M увійшли і тиски (пружні) часток, що створюють додаткову величину пришвидшення. Звідси не важко побачити, який закон зв'язує x і t за такого роду зменшеної вібрації (розв'язавши рівняння).

Знайдім ті сили, що створюють ці коливання з амплітудою h при числі періодів в одну секунду $= f$.

Якщо x по-давньому є відхилення від середнього положення в якийсь проміжок часу, то маємо і рух гармонічний; наслідок:

$$x = a \sin bt \text{ або } x = a \sin 2\pi ft;$$

тоді чисельна величина пришвидшення буде:

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

і сила, що відновлює систему в рівноважне положення в кг, мусить мати величину:

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

З поданої схеми (див. рис. 9) можна бачити, як відбувається гармонічне коливання механізму за законом: $x = a \sin qt = a \sin \varphi$, де a є стала величина пропорційності.

У разі створення додаткових відхильних зусиль, при обліку чину пружності шару продукту, крива гармонічного руху повинна буде піднятися вище над віссю ot , на віддаль $\frac{a}{c}$, де величина c є Const (для даного продукту), за умови, що фази коливання їхнього дорівнюють одна одній і періоди збігаються.

Ми вже з розглядання прикладу хисткого вантажу, вірніш вала в нашому випадку, бачили, за яким законом він виконує ці коливання. Цілком ясно, що в середньому положенні вантаж посідатиме максимальну швидкість, і напруження нашої пружини $= 0^1$.

Поперемінно швидкість його зростає і убуває, при цьому кінетична енергія в кінечному відхиленні вантажу перетворюється на потенціальну енергію пружини.

У разі твердості пружини в кг на 1 м переміщення її кінця $= e$, для декотрого положення нашого вала на віддалі x від середнього положення ми маємо умови рівноваги: $\frac{mc^2}{2} + \frac{ex^2}{2} = \frac{ea^2}{2}$ або $mc^2 + ex^2 = ea^2$, де m є маса рухомого вантажу (вала); c — швидкість переміщення вантажу, цебто швидкість коливання його; a — максимальне відхилення вала від рівноважного положення; а що взагалі c є не інше що, як

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

¹⁾ Припускаючи відсутність початкового натягу.

Знайшовши звідси час коливання t , матимемо:

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

Повний період коливань вала навколо свого рівноважного положення дорівнює:

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

При цьому останнє рівняння можна зобразити, як

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

У цьому рівнянні ω дорівнює рівномірній кутовій швидкості точки, що рухається по колу.

Поперечник цього кола визначає наш гармонічний рух (див. рис. 1).

Щоб внести закономірність у рух, припускатимемо стиск пружини, що відбувається під впливом двох основних зусиль:

Ваги вала (Const.) і Q змінної, що являє собою функцію від нерівномірності засипання та інших явищ не завжди гармонічного порядку. Від чинності цих сил зміни довжини пружини відбуваються по кривій abcde. Сили Q , при синхронізації їхніх періодів з власним періодом вібрації механізму (пружини), збільшують їх, аж поки імпульс молекулярних сил матеріалу пружини поглине повний період abcde.

Цей імпульс можна назвати пружною гістерезою вібраційної системи. Явища ці досі мало вивчені, і вони сходять на те, що навіть у межах пропорційності відбуваються процеси, що поглинають енергію деформації. Таким чином, точно врахувати її є технічно неможливо.

Максимальний імпульс сил Q визначиться (див. гармонічну криву) так:

$$\frac{A}{2} = \int_{x_0}^{x_0 + \frac{t}{2}} Q dx = \int_0^\pi Q_1 \sin \alpha \frac{t}{2\pi} d\alpha = Q_1 \frac{t}{\pi},$$

при чому ¹⁾:

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

Справді, крива чину й коливання нашої пружної системи є вельми складна крива, і, щоб розкласти її на елементарні криві, довелося б звернутися до методи гармонічної авалізи.

Користуючися з теореми Фур'є, всяку періодичну функцію можна розкласти на ряд гармонічних функцій виду:

$$y = a \sin (qt + \varphi),$$

¹⁾ Див. рис. 1. A = сумі площ горішньої й долішньої за час повного коливання A = площ. abc + площ. cde.

де a є амплітуда, y —ордината середнього положення під час t ; φ —кут зсову функцій i , нарешті, q —стала.

Проте, розкладання періодичних функцій за допомогою теореми Фур'є є складне й утрудливе.

У практиці обчислень гармонічна аналіза переводиться так ¹⁾.

Хай ми маємо складну періодичну криву чинних сил (рис. 10) з періодом $LM=t$. Треба визначити, чи можуть ці зусилля викликати вібрацію системи з періодом, що дорівнює періодові LM . Розділім період їхньої чинності на дві рівні частини і припустім, що протягом першої половини періоду деталі коливаються в один і в другий у другий бік. При цьому припускаємо, що під час руху вниз вони допомагають рухові валів, а в протилежному напрямлені проти (цебто перемагають і силу ваги).

Таким чином, наприкінці кожного (коливального) періоду LM коливальний рух тіла поглинає імпульси сил = різниці площ A й B .

Гармонічна крива P являє собою коливальний рух з тим же таки періодом t відповідного імпульсу $A - B$. Цей імпульс поглинається гармонічним імпульсом молекулярних сил пружини.

Позначмо цей період через 2π , тоді маємо:

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

де P_1 = максимальному напруженню коливного механізму й пропорціональне його амплітуді. Знайдена для цієї частини синусоїда є:

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

але вона не визначає ще того гармонічного коливання, що постає за чинності сил діяграми.

Аджеж може існувати ще й інша гармонічна крива з кутом зсову $\varphi + \frac{\pi}{2}$, що її максимальне напруження P'_1 не знайшло зображення у

¹⁾ Див. Л. Мартенс: „К вопросу о вибрациях поршневых двигателей“.

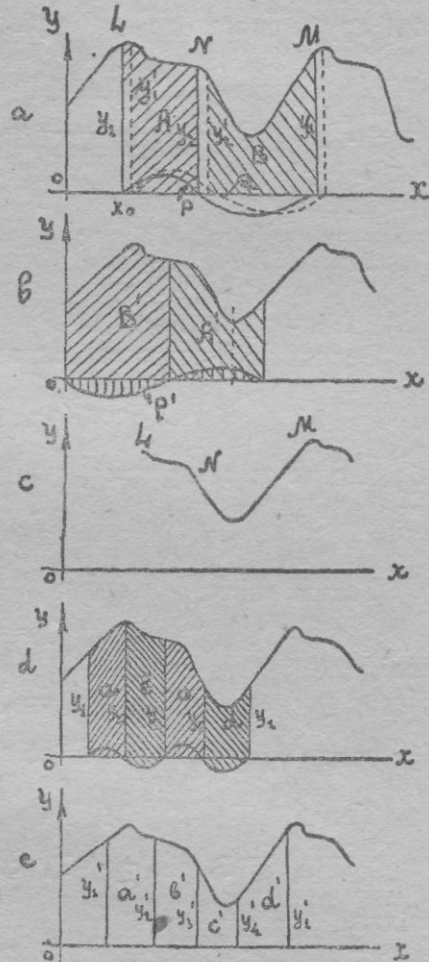


Рис. 10.

вищеподаній формулі. Щоб її визначити, пересунемо ординати Y_1 і Y_2 на чверть періоду праворуч. Різниця $A-B$ дасть вираз для визначення

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

тоді друга синусоїда — з періодом також $=t$ — має вигляд:

$$P' = P'_1 \sin 2\pi \frac{x + \frac{1}{4}t - x_0}{t} = P'_1 \sin \left(\alpha + \frac{\pi}{2} + \varphi_1 \right) = P'_1 \cos (\alpha + \varphi_1).$$

Одержали косинусоїду. Загальний вигляд нашої гармонічної кривої з періодом t буде:

$$Q = P_1 \sin (\alpha + \varphi_1) + P'_1 \cos (\alpha + \varphi_1).$$

Величина Q досягає максимуму при

$$P_1 \cos (\alpha + \varphi_1) = P'_1 \sin (\alpha + \varphi_1).$$

або, що те ж саме, при

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

Таким чином

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

тоді

$$Q = Q_1 \sin (\alpha + \varphi_1'); \quad [9]$$

кут зсову φ_1 легко визначити з [6] та [9], підставивши $\alpha = 0$.

Тоді

$$P_1 \sin \varphi_1 + P'_1 \cos \varphi_1 = \sqrt{P_1^2 + P_1'^2} \sin \varphi;$$

звідки

$$\sin \varphi'_1 = \frac{P_1 \sin \varphi_1 + P'_1 \cos \varphi_1}{\sqrt{P_1^2 + P_1'^2}}$$

Можна вжити також виразів:

$$\sin (\varphi'_1 - \varphi_1) = \frac{P'_1}{Q_1}; \quad \cos (\varphi'_1 - \varphi_1) = \frac{P_1}{Q_1}.$$

Таким способом з даної складної періодичної кривої можна вилучити перше-ліпше число гармонічних кривих залежно від x_0 або φ_1 .

З цих гармоній конче треба тепер вилучити ті, що за них P_1 , P'_1 і Q_1 є максимум.

З цією метою переміщатимемо ординати Y_1 і Y_2 (див. рис. 10) діаграми, залишаючи $\frac{t}{2}$ між ними, і визначатимемо різниці $A-B=F_1$

для кожного положення; продовжуватимемо це доти, аж поки визначимо те положення ординат, при якому F_1 є найбільша.

При кожному переміщенні на елемент dx — площа A зменшується на $y_1 dx$ і збільшується на $y_2 dx$. Площа ж B зменшується на $y_2 dx$ і збільшується на $y_1 dx$. Після переміщення величина $F_1 = A - B$ перетвориться на

$$(A - y_1 dx + y_2 dx) - (B - y_2 dx + y_1 dx),$$

цебто диференціал різниці їхньої буде:

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

Мах. F_1 і Мах. P_1 досягається при $y_2 - y_1 = 0$ і $y_1 = y_2$.

Неважко переконатися, що Мах. $P_1 = \text{Мах. } P'_1$.

Максимум Q_1 визначається з рівняння:

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

Максимум Q_1 буде при

$$F_1 dF_1 + F'_1 dF'_1 = 0,$$

але

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

звідси:

$$\frac{F_1}{F'_1} = -\frac{dF_1}{dF'_1} = -\frac{y'_2 - y'_1}{y_2 - y_1} = \frac{P_1}{P'_1}. \quad [10]$$

Не важко бачити, що періодичні сили нашої кривої можуть не поглинутися в кожний момент одержаними кривими гармонічного коливання того самого періоду, і залишкова крива має змогу спричинятися до коливальних рухів з іншими періодами.

Їхні гармонічні криві визначаються таким же способом.

Так само визначаються гармонії коливного руху першого-ліпшого періоду, що постають під впливом сил, які змінюються за складною періодичною кривою.

Однак цим не визначаються ті гармонії, що являють собою складові згідно з теоремою Фур'є.

Визначаючи їх, треба взяти на увагу, що кожна із знайдених гармоній складається з інших, того ж таки порядку, але помножених на 1, 3, 5, 7 і т. ін.

Їхні амплітуди відповідно дорівнюють 1, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{7}$ і т. ін.

Прийнявши

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

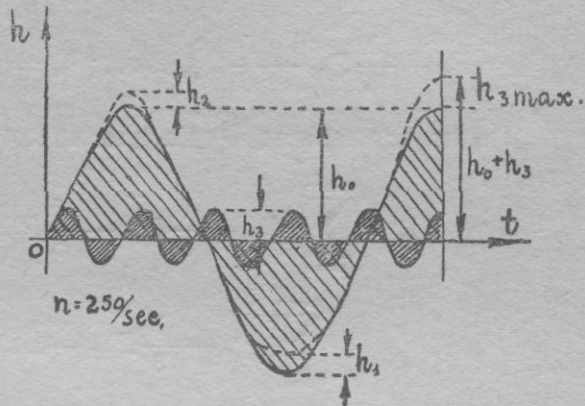


Рис. 11.

напишемо ряд Фур'є для складної періодичної кривої, що набула вигляду:

$$R = \sum_{n=1}^{n=\infty} A_n \sin (\alpha + \varphi) + \sum_{n=1}^{n=\infty} B_n \cos n (\alpha + \varphi);$$

тоді:

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

Таким чином, ряд Фур'є для нашої кривої напишеться у вигляді:

$$R = \sum_{n=1}^{n=\infty} (P_n - \frac{1}{3} P_{3n} - \frac{1}{5} P_{5n} - \dots) \sin (\alpha + \varphi) + \\ + \sum_{n=1}^{n=\infty} (P'_n - \frac{1}{3} P'_{3n} - \dots) \cos n (\alpha + \varphi);$$

тут P і P' є відповідні амплітуди кривої.

Таким чином, усяку періодичну криву можна розкласти на безконечне число рядів Фур'є зазначеною вище методою залежно від $\angle \varphi$ або від x_0 .

Міркуючи щодо знайдених складових гармонічних кривих так само, як ми міркували щодо гармонічної кривої звичайного виду, ми вмітимемо визначити як критичні, так і сприятливі швидкості обертання.

Якщо власний період коливання системи точнісінько збігався б з періодом відповідної гармонії руху вала, і якщо остання повторювалася б за весь час роботи вальців без змін, то вібрація цілої системи посаду, теоретично кажучи, могла б установитися для першого-ліпшого кута.

Насправжки цього немає. Завжди між уявними синхронічними їхніми коливаннями існує деяка різниця; хоч би яка мала вона була, а це створює цілком інші умови вібрації. Крім того, крива коливання механізму в цілому теж змінюється залежно від обтяження посаду, числа обертів, диференції тощо.

Наслідком цього з'являється вібрація $\angle \varphi$, що його амплітуда змінюється безперервно, при чому в той момент, коли досягається співвідношення:

$$\frac{F_n}{F'_n} = \frac{P_n}{P'_n} = \frac{(y'_2 + y'_4 + \dots + y'_{2n}) - (y'_1 + y'_3 + \dots + y'_{2n-1})}{(y_2 + y_4 + \dots + y_n) - (y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1})},$$

амплітуда Q_n доходить максимуму.

Подивімся ще, як відіб'ється на форсуванні коливань механізму явище резонансове, з боку збігання частоти коливань пружного механізму і власних коливань матеріалу посаду. Взагалі кажучи, важко врахувати всілякі варіації конструкції вальцьового посаду. Її можна зо-

бразити тільки як сукупність твердих стрижнів і стовби, що має свій власний період коливання, як коливання визначеної маси.

В основному форсування вібрації повинна відбуватися і відбувається під впливом нерівномірності подавання, оскільки воно не досконале. Проте, механічних впливів конче треба уникнути. Цілком незначно відбувається зміцнення коливань через неплавкість зачіплення трибової передачі. Зобачити це легко з такого міркування.

Хай колова швидкість шестерень 5 м/сек; тоді, за відстані зубів 20 мм, число зачеплень за 1 сек. буде:

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

Така кількість поштовхів за 1 сек. не може відбитися на коливаннях посаду гармонічно. Можливий тільки випадок биття, цебто той випадок, коли до гармонічного коливання механізму через певне число періодів прилучається поштовхувате коливання, що за фазою зливається. При цьому амплітуда коливання додаткового може бути вельми різноманітна. З діаграми (див. рис. 11) можна бачити, що число збігань коливань не велике, що значно впливати на стійкість стовби не може, крім періодичного гудіння. У тому разі, коли створюються збігання коливань посаду з коливаннями пружного механізму, посад починає двигтяти.

Точка укріплення пружини кермового (штурвального) механізму може утворювати під впливом резонансових зусиль деякий поступний рух, вельми незначний завбільшки, але який, проте, відбивається на форсуванні вібрацій та змінює ширину робітної щілини. Утворюється це через наявність пружинного механізму.

Зобразити механічну вібраційну систему можна так:

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

де y є величина відхилення „мертвої точки“ кріплення пружини.

Далі ми також знехтуємо величиною сил тертя між деталями механізму та власними вібраціями пружини.

Тоді загальний вираз вібраційної системи після декотрого перетворення можна зобразити так:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{gx}{Mh} = \frac{g}{Mh} y \quad [11]$$

Хай інші деталі посаду і сама стовба коливаються під час роботи за рівнянням:

$$y = a \sin qt,$$

перебуваючи у визначеній залежності від числа обертів повідні та нерівномірності подавання, і, отже, являють собою якунебудь складну періодичну функцію.

Це легко припустити, тому що (ми раніш згадували) система твердих стрижнів (цебто посад у цілому) підлягає законові Гуковому і посідає визначений період і частоту власних коливань.

Дослідженню підлягатиме один член її.

У тому разі, коли в нас $y=0$, точка кріплення мертва, — природна вібрація зображається рівнянням:

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

де b і m є сталі величини.

Заміним у рівнянні вібраційної системи $\frac{g}{Mh}$ на n^2 (очевидно, за степенем воно рівновартне), що вигідніш добути корінь.

Величина n є не інше що, як $2\pi f$, де f є число періодів у секундах природних вібрацій маси тіла g .

Тоді [11] перепишеться:

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

Подивімся, чи не є розв'язання цього диференціального рівняння:

$$x = A \sin qt + B \cos qt;$$

якщо виявиться, що це так, то

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -aq^2 \sin qt - Bq^2 \cos qt;$$

підставивши сучинник

$$\sin qt \text{ і } \cos qt,$$

ми матимемо:

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

отже,

$$A = \frac{n^2a}{n^2 - q^2} \text{ і } -Bq^2 + n^2B = 0.$$

Звідси бачимо, що $B=0$, якщо тільки $n \neq q$.

Отже, розв'язання буде:

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

Вираз цей показує, що форсування вібрацій є синхронічне з власними коливаннями посаду (в промежки рівномірного подавання) і амплітуда коливання пружини збільшується в цьому разі в

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

проти амплітуди коливання посаду (цебто точки кріплення пружного механізму).

Коли число форсованих і збільшених амплітуд становить малу частину числа природних періодів, форсована вібрація M є точнісінька копія руху опори B (рис. 12).

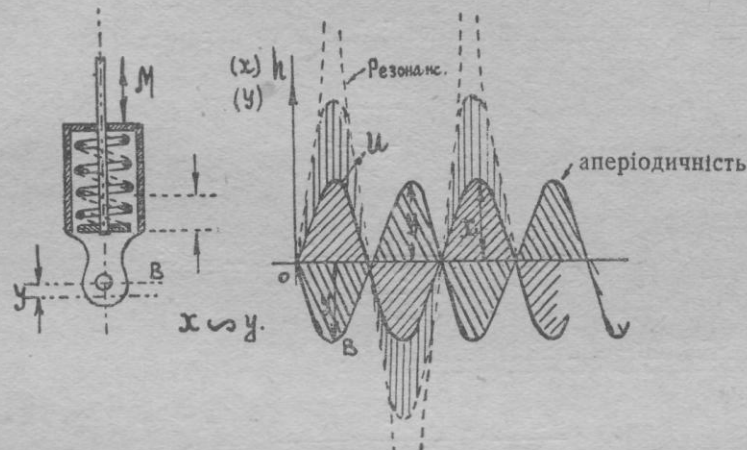


Рис. 12.

Коли форсований рух стає швидший, рух маси $M = \frac{G}{g}$ є наче прибільшений рух B .

Цілком ясно, що в цьому разі, коли форсована вібрація стає близька до природної, рух маси вальців і рухомих вальниць перетворюється на дуже збільшений рух опори B , і посад починає двигіти—постав резонанс.

Але через наявність сил тертя поміж різними деталями амплітуда вібрацій не може зробитися безконечною. Як бачимо з графіка, рух M завжди запізнюється на півперіоду від B , буваючи внизу свого шляху, коли B вгорі, і навпаки.

Розгляньмо суто-теоретично приклад на Бюллеровому посаді (рис. 13).

Припускаємо, що вага важелів невелика проти ваги вала і вальниць. Важелі, лежачи одним кінцем на суглобовій опорі O , а другим на рухомій опорі A_1 (пружина), мають один степінь волі.

Коли точка A , підо впливом ваги та прикладеної зовнішньої сили від молоття продукту, переміститься в положення A_1 на віддаль x від свого рівноважного положення, пружна сила пружини $= \frac{x}{h}$.

Кутове переміщення важеля за цей самий час відбулося за напрямом годинникової стрілки і дорівнює $\frac{x}{AO} = \operatorname{tg} \varphi$.

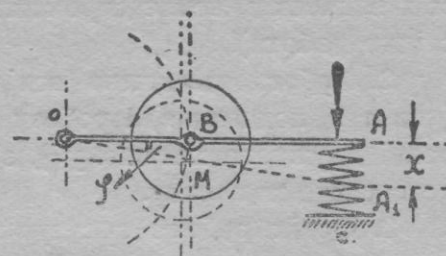


Рис. 13.

Момент інерції, помножений на кутове пришвидшення, чисельно дорівнює моментові сили.

Момент інерції за руху вала за стрілкою є:

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

Кутове пришвидшення є не інше що, як:

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

отже

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

або, переписавши інакше, матимемо:

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

Таким чином, ми одержали основне диференціальне рівняння рівноваги системи.

Виходячи з вищеподаного, не важко прийти до декотрих висновків суто-конструктивного значення.

ВИСНОВКИ

1. У вальцьовому посаді всі залежні величини (елементи механізму) мусять бути зв'язані суворо математичними співвідношеннями: засипний апарат, швидкість подачі, число обертів валів, диференціяція, маса валів та їхнє взаємне розташування. (Через невкладистість викладання всіх висновків, немає спроможности в цій статті позначити всі наслідки роботи).

2. Робота, витрачена повіднею, містить у собі роботу корисну (молоття, подавання) і роботу шкідливу, що виявляється в деформуванні пружного механізму¹⁾, з'явлення резонансу й механічної гістерези системи посаду.

3. Облік роботи посаду повинен відбуватися графоаналітичною методою, шляхом зняття відповідної діаграми роботи пружного механізму, її аналізу й підсумовування з динамометричним випробуванням самого посаду²⁾.

¹⁾ Навіть у разі наявности рівномірного подавання і значної пружности пружини натискного механізму вальцьові котки розтуляються зусиллям молоття, і, отже, постає витрата роботи.

²⁾ Робота експериментальна ще не скінчена. Методику графоаналітичної аналізу посадів і приладів до випробувань буде в наступних №№.

4. Шляхом аналітичного досліджування (§ 2) треба перевірити умови роботи опор валів, їхні величини, питомі тиски, що відповідають повному динамічному обтяженню посаду.

5. Конче потрібно зайнятися досліджуваннями щодо механічної технології зерна з метою підшукати найвигіднішу методу впливу на зерно в розумінні його подрібнення.

6. Напрямок стрічки продукту в робітну щілину мусить відповідати вимогам § 2.

7. Розташування валів за підвищених швидкостей їхніх мусить бути виключно поземе.

8. Пружинний механізм вальцювого посаду не повинен сприймати зусилля ваги, а виключно робити, як механізм регуляційно-захисний.

9. Добір кутів різання карбів та їхнього відхилення мусить стосуватися до швидкостей обертання валів та їхнього поперечника.

10. Всі вальці, призначені до роботи з підвищеними швидкостями, як правило, повинно вибілянсувати динамічно, додавши резонансові, критичні величини.

11. Поперечник вала мусить виходити з умов міцності й бути в суворому співвідношенні з його масою, при цім коштом зменшення його ваги можна припускати зменшення d . Конче треба додержувати такого правила: радіус, що на ньому прикладається зусилля молоття, мусить дорівнювати довжині приведенного маятника рівновеликої маси.

12. Число обертів кожної системи посаду мусить бути визначене 4-ма границями: від і до постання резонансу, потім стосовно до висновків § 3, після критичного моменту і до межі, що погрожує міцності деталей.

13. Конче потрібно утворити при дослідчому інституті спеціально підвідділу досліджування машин дробіння й дрібніння зерна.

Кондиціонування зерна

(Опис і розрахунок)

Іда Фрідман, Б. Гурвіч

Оболонка пшеничного зерна в сухому стані є дуже крихка, але стає міцна й еластична, коли її змочують. Тим то, якщо оболонка пшениці не відволожена, особливо зовнішній її покрив, що надто ламкий, вона обертається при дробінні зерна на борошнуватий пил, що просівається крізь сита разом з борошном і псує колір якості останнього.

Тепер уже загально відомо, що, коли волога проникає в ендосперм, одержується однорідніший продукт при молотті, а коли супроводить термічний вплив, поліпшується млинарська й хлібопекарська вартість борошна, завдяки хеміко-біологічним процесам.

До таких впливів належить кондиціонування, або темперування, зерна (терміни рівнозначні).

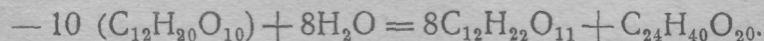
Цей процес полягає в оброблюванні пшениці водою, що супроводиться термічним впливом на зерно.

Підчас процесу кондиціонування, що переводиться в спеціальних апаратах (описання далі), постає такий ряд явищ. Відволоженням зерна за одночасного впливу тепла з'являється робота нітрітових речовин—ензим, що сами не зазнають змін і грають ролю органічних каталізаторів, цебто пришвидшують зміну складових частин зерна—крохмалю, клітковини та білкових сполук.

За своїм чином ензими класифікуються так:

- 1) Ензими гідролізні, до яких належать ензими, що розщиплюють вуглеводани, протеїнові тіла й товщі.
- 2) Ензими оксидувальні відновні.
- 3) Ензими ферментувальні.
- 4) Ензими коагулівні.

Для нас найцікавіші ензими гідролізної групи—діастаз, що перетворює крохмаль на мальтозу й декстрин за формулою:



Ці ензими грають велику ролю в борошні, тому що визначають діястатичну активність, що виявляється в обертанні частини крохмалю на цукор, а це дає в кінечному підсумку після перетворення потрібну

задля підходу тіста й утворення пористості карбонатів кислоти (H_2CO_3).

Підчас кондиціонування фосфати, що є в оболонках, розчиняються у воді й разом з нею проникають в ендосперм, підвищуючи його якості.

Задля ліпшого чину ензим найвигідніші границі температур — $40 \div 50^\circ\text{C}$. За нижчих або вищих температур ензиматичний чин слабкіший. За $60 \div 70^\circ\text{C}$ ензими, що є в течиві, вже вбиваються; у сухому ж стані вони можуть зносити 100°C і вище. Звідси зрозуміла роль температур для роботи ензим.

Процес темперування додає до пшениці деяку кількість води, — кількість, що залежить від властивостей пшениці та від кількості вологи, що є в зерні, тому що вологість зерна, що надходить на перше драння, мусить бути визначена. Ця волога компенсує втрату, що зчинилася підчас молоття і що залежить значною мірою від температури і вологи в середині млина (див. таблицю № 1).

М'яка пшениця вимагає далеко менше часу для темперування, ніж тверда, а нова пшениця вимагає тривалішого темперування, ніж стара, через те, що вода в неї проникає повільніше.

Цим пояснюється довгочасність кондиціонного періоду.

В американських умовах у шеретуванні є такі температури пшениці в градусах Фаренгейта в різних стадіях чищення й кондиціонування, виходячи з даних доповіді Парко К. М., читаної на 33-ім з'їзді американських петльовників¹⁾:

Таблиця № 1 (в градусах)

В засіку	20	30	48	50	58	64	74
В огрівнику після засіку	50	54	40	66	70	70	74
Температура перед миттям	60	62	66	70	74	72	76
Температура мийної води	70	70	60	80	72	72	52
Після миття	64	65	62	74	72	74	68
При надходженні в засіки для чищення	64	65	64	74	72	74	68
Після цих засіків	63	64	64	74	70	73	62
Перед першим оббиванням	65	64	66	74	70	73	74
Після першого оббивання	66	68	76	76	72	75	76
Перед другим оббиванням	66	68	76	76	72	75	76
Після другого оббивання	69	72	79	78	74	76	79
На першому дранні	74	76	78	76	76	76	80
Вологість пшениці після елеватора на % %	13,0	13,2	13,0	12,8	13,0	12,6	12,4
Вологість зерна після миття на % %							
Вологість у засіках для відлежу- вання на % %	14,2	14,4	14,4	13,7	14,0	13,7	13,6
Вологість на першому дранні на % %	15,4	15,5	15,6	15,4	15,3	15,2	15,4
Температура в шеретівці (t°)	15,5	15,5	15,6	15,5	15,4	15,3	15,6
	74	78	78	76	73	76	82

Ці дані належать до американських способів подвійного й потрійного темперування (замочування й відлежування), що провадиться

¹⁾ „Современная очистка и кондиционирование пшеницы“. „Ameriken Miller“. Липень 1928.

протягом вельми довгих проміжків часу, що доходять 80 годин, а в окремих випадках і 140 годин. В Європі кондиціонування здійснюється значно швидше за допомогою нижчеподаної конструкції кондиціонера.

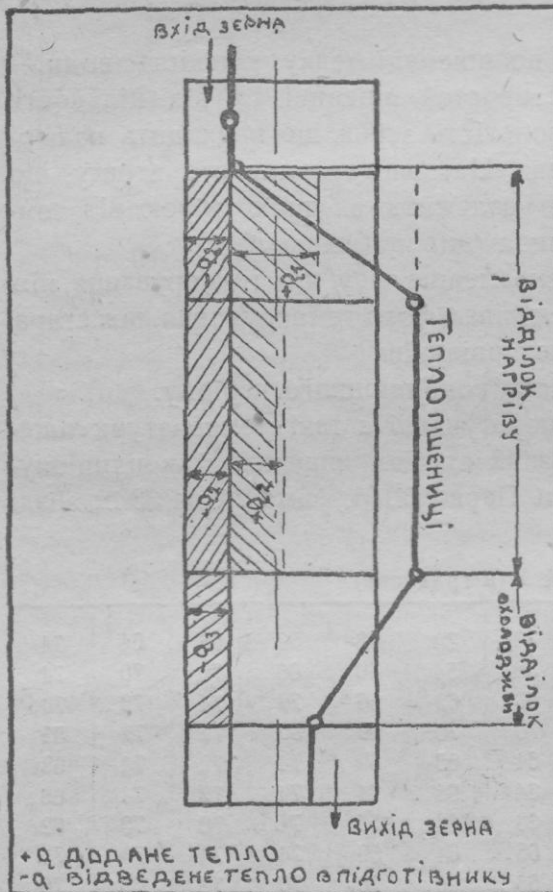
Кондиціонер є висока башта (стовп, колона), його пронизано повітряними каналами та нагрівними приладами. Зерно проходить через цю шахту й при цьому нагрівається до певної температури. За Гегле, ця температура для твердих пшениць буде 42° , а для м'яких— 55° ¹⁾. Нижчеподані діаграми, що їх викладає той же таки автор, по-

казують, за якими кривими можна досягти ці t° , мірою проходження через шахту. На діаграмах (діяг. I.) на ординатах відкладено температури, вологість і постачувану кількість тепла, а на абсцисі—відповідний шлях пшениці в кондиціонері.

Пшениця надходить до приймача, де $t^{\circ} = 0$. У горішній частині гарячого відділку їй поступінно дається кількість тепла $+Q_1$, тимчасом як $-Q_2$ являє собою втрату тепла під час проходження; а як $+Q_1$ більше за $-Q_2$, то пшениця нагрівається до 42° .

Протягом дальшого проходження в гарячому відділку їй постачається стільки тепла ($+Q_2$), скільки втрачається ($-Q_2$). Через це t° пшениці зостається стала.

Коли пшениця надходить в охолодний відділок, притікання тепла ($+Q_2$) = 0. Від-



ДІАГРАМА I

няттям тепла ($-Q_3$) пшениця охолоджується з 42° до 20° .

Щодо пшениці з великою вологістю, то дуже важливо поверхневу вологу від зерна усунути якнайшвидше, не підвищуючи температури, щоб пшениця не встигла увібрати в себе вологу.

Цього можна досягти найдоцільніш, згідно з діаграмою II., якщо кондиціонера злагоджено так, що гаряче повітря просисається крізь вологу пшеницю, яка надходить із мийні. Цей спосіб дає змогу навіть найвологішій й найслабкішій пшениці промити та як слід підготувати до молоття, якщо тільки вони взагалі придатні до перемелювання.

¹⁾ „Нові шляхи в готуванні зерна до млива“. Ст. Г. Гегле, Zeitschrift f. d. gesamte Mühlenwesen, №№ 6 і 8. 1926.

Волога пшениця, що надходить із мийні, входить у приймач. Тоді, під час сушіння гаряче повітря поступінно підводить їй кількість тепла $(+Q)$. Більша частина її $(-Q)$ використовується для випарювання зовнішньої вологи, і тільки різниця $(+Q) - (-Q)$ нагріває пшеницю на декілька градусів у нагрівному відділку. Протягом декотрого проміжку часу дається кількість тепла $(+Q)$, і як $(-Q)$, що дорівнює втраті тепла, дуже мале, то пшениця міцно нагрівається, і t° доходить 55° .

Скоро досягається ця t° , волога починає відсисатися, і при цьому витрачається тепло $(-Q)$. А що надавані й усувані кількості тепла дорівнюють одне одному, то пшениця заховує $t^\circ = 55^\circ$ доти, аж поки дійде до охолодного відділку, — тут відбувається віднімання тепла.

Як показує описання діаграм I. і II., кондиціонувальна колона VCA взагалі складається з таких частин:

- 1) підігрівної секції;
- 2) сушильної секції;
- 3) охолодної секції;
- 4) регульованого пристрою впускати і випускати зерно.

Підігрівна секція. Вона являє собою приймача, що під ним містяться групи нагрівних приладів, складених з окремих, розгашованих поверхувато один на одному радіаторів, у середині яких циркулює вода.

Пшениця, що має кондиціюватися, безпосередньо доторкається до поверхонь цих радіаторів, у наслідок цього поступінно й усебічно підпадає під вплив тепла. Ця секція цілком не має вентиляційних каналів, зазначених на подаваних рисунках.

Сушильна секція зображена на рис. 1, 2 і 3. Позначення: а — радіатори; б — бляшані канали; с — вхід свіжого повітря; d — вивід вологого повітря. У сушильній секції утворюється насичена водяною парою тепло-вогка атмосфера, що сприяє всебічному рівномірному нагріванню і відволоженню зерна. Пара, що утворюється під час кондиціювання, відводиться, як до потреби, швидше або повільніше, особливим, вробленим у сушильну секцію

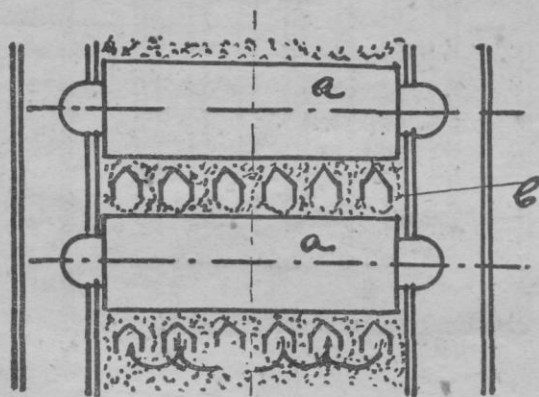
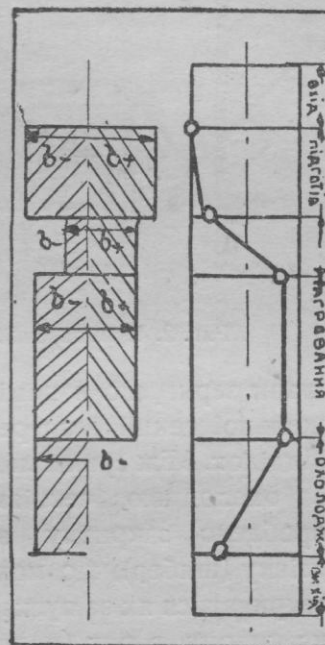


Рис. 1. Прямовисний перекрій спереду



ДІАГРАМА II

пристроєм до відведення повітря. Характерна ознака його — це є бляшані канали. Розміщені на взір руштин між окремими поверхами

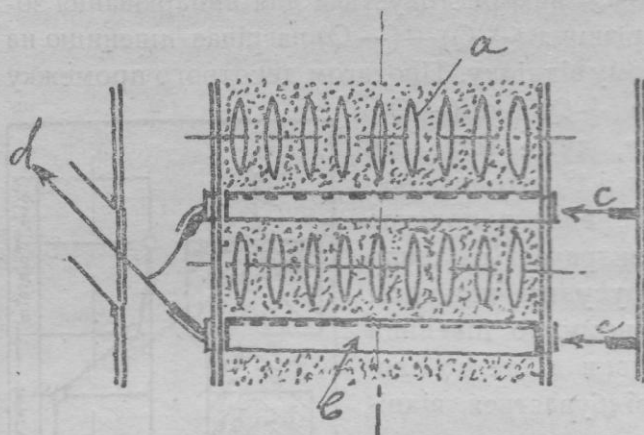


Рис. 2. Прямовисний перекрій збоку.

шари зерна, що є поміж двома сусідніми бляшаними каналами. Із сушильної секції безперервним потоком зерно надходить в охолодний відділок. Між сушильною і охолодною секціями вроблено закривну заслінку (шибер), що може закриватися як за пускання колони в рух (перше наповнення), так і за можливих неправильностей виробництва, щоб відділити нагрівну частину від охолодної, наприклад, підчас чищення охолодних шахт.

Охолодна секція. Конструктивно її розділено на чотири почеплені чарупки, що легко виймаються; отже, охолодні поверхні добре приступні, і в разі кончої потреби їх легко можна очистити. Взаємне розміщення чарупок і будова кожної з них такі, що кожна, незалежно від іншої, пронизується потоком повітря. Цим зерно дістає, скажім, ту температуру, яку воно мало при впусканні.

радіаторів (рис. 2) канали мають дахуватий перекрій (див. рис. 1); вони знизу відкриті, а на одному кінці, як це бачимо на рис. 3, закриті. Ці канали, як показує рис. 3, по черзі закінчуються в атмосфері та аспіраційнім просторі, що злучається з експластром. Через таке розміщення надвірне повітря не може бути аспіроване, не пронизавши

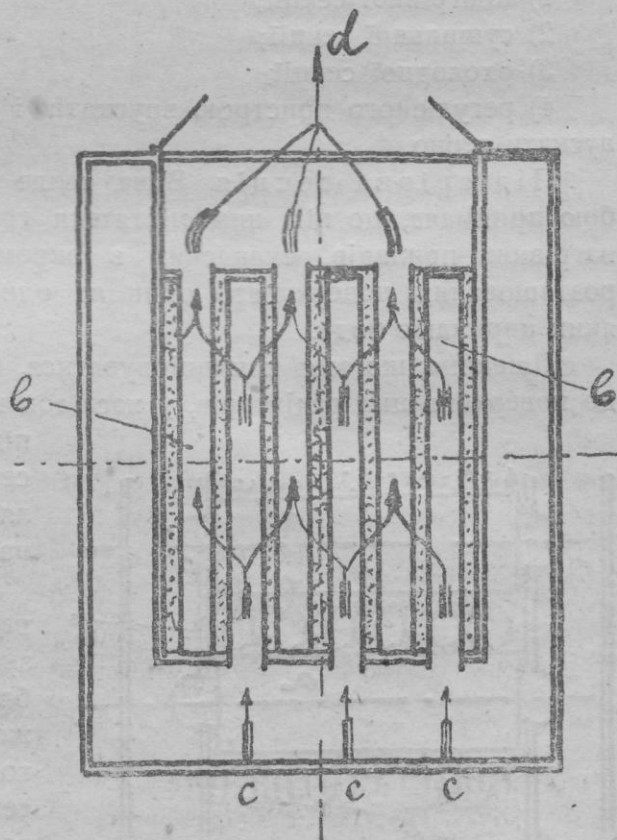


Рис. 3. Поземний перекрій через сушильню секцію.
Позначення: b — бляшані канали,
c — впуск свіжого повітря,
d — аспіраційний канал для вологого повітря.

Регулівні пристрої впуску і випуску так злучено механічно й так зрегульовано, що колона раз-у-раз заповнена зерном. Якщо ж через підсилений потік зерно дійде до насипної лійки, то негайно починає чинити пристрій, що регулює впуск і випуск, і автоматично збільшується випускний отвір.

Температури нагрівної та сушильних секцій, залежно від якостей зерна, його вологости й температури надвірнього повітря,—регулюються кількістю подаваної в радіатори води та її температурою, що автоматично вирівнюється коло водогрійного казана.

Вигоди нагрівання гарячою водою, що її застосовується, як уже було згадано, до кондиціонерної колони зразку VCA, є в тому, що з усіх підхожих речовин вода має найбільшу теплоємність, через це припускає компакту й вельми вигідну робітну конструкцію колони. Застосування нагрівної води, крім того, дає змогу підтримувати сталішу температуру, ніж в апаратах, що роблять парою. Тим то в першому випадку кондиціонування є правильніше. З погляду господарчого поруч найліпшого кондиціонування одержується значне економлення палива за користування з водогрійних апаратів проти старого способу кондиціонувати нагрітим повітрям. За повітряного нагрівання, нагрівання окремих зерен у товщі шару йде нерівномірно.

Кондиціонувальна колона типу VCA, розміри, вага тощо

Величина	Потрібність місця в мм			Припускна продукційність в кг за годину	Припускна вага в кг	Об'єм, звідений до м ²
	Довжина	Ширина	Висота			
2			6665	2500	3800	16,0
3	3350	1160	8275	3800	5100	20,0
4			9985	5000	6400	23,0
5			11965	6000	9425	34,4

Тепловий розрахунок кондиціонерів Бюллера VCA—4¹⁾

Виходячи з конструкції кондиціонерів VCA та принципу їхньої чинності, ми можемо всю витрату тепла розділити на три статті:

1) На підігрівання зерна:

$$C_{\text{зерна}} = G\sigma (t_{\text{aw}} - t_{\text{ew}}),$$

де G є продукційність кондиціонера в кг/год,

σ — теплоємність зерна,

$t_{\text{aw}} - t_{\text{ew}}$ — різниця температур вхідного й вихідного зерна.

¹⁾ Даний тепловий розрахунок перевів інж. А. В. Панченко, проектувавши уставу й монтаж уперше в нашому Союзі двох кондиціонерів VCA—Бюллера в травні 1928. р. в держмиліні № 52. в Одесі; він являє собою частину розрахунків, що належать до існуючої устави. Подана тут частина є властиво не тепловий розрахунок колон, а зворотне перераховування надісланих Бюллером машин, з метою визначити їхню продукційність в умовах роботи 52. держмиліна в Одесі.

2. На підігрівання повітря, що обмиває зерно:

$$C_{\text{повіт.}} = l (\lambda + d_e \delta) (t_{al} - t_{el}),$$

де l є кількість повітря в кг/год, протягнутого через кондиціонер,

λ — теплоємність повітря,

δ — теплоємність пари,

d_e — вміст пари в повітрі, що входить у кондиціонер,

$t_{al} - t_{el}$ — різниця температур вхідного й вихідного повітря.

3. На випаровування води:

$$C_{\text{води}} = w (640 - t_{kw}) - w \delta (t_{kw} - t_{al}),$$

де w є кількість усуваної кондиціонером води в кг/год,

t_{kw} — температура зерна, що при ній переводиться кондиціювання.

Коли відсоток усуваної в кондиціонері води змінюється, конче треба регулювати:

1) кількість просисуваного повітря і

2) кількість тепла, що його подається в нагрівно-аспіровувану зону.

За сталих атмосферних умов кількість води, що її кондиціонером усувається, прямо-пропорційна завважки просисуваному через нього повітря:

$$w = l (d_a - d_e).$$

Маючи в числі даних продукційність кондиціонера та загальну кількість витрачуваного на нього тепла, ми можемо визначити кількість випаровуваної ним води отак: баланс тепла кондиціонера зображається у вигляді:

$$C_{\text{зерна}} + C_{\text{повітря}} + C_{\text{води}} + C_{\text{промін.}} = C_{\text{загаль.}}$$

де $C_{\text{промін.}}$ є частина $C_{\text{загаль.}}$, що її можна визначити у $\% \%$ від останнього.

$$C_{\text{пром.}} = \frac{n}{100} \cdot C_{\text{заг.}}$$

$C_{\text{зерна}}$ залежить виключно від продукційності кондиціонера (G), теплоємності зерна (σ) і різниці температур його.

$C_{\text{повіт.}}$ і $C_{\text{води}}$ залежить виключно (за сталих атмосферних умов) від кількості усуваної води.

Виходячи з цього балансу тепла, переписаного так, щоб члени, залежні від кількості усуваної води, стояли в лівій частині,

$$C_{\text{повіт.}} + C_{\text{води}} = C_{\text{загаль.}} - \frac{n}{100} \cdot C_{\text{загаль.}} - C_{\text{зерна.}}$$

ми можемо скласти таке рівняння:

$$\begin{aligned} l (\lambda + d_e \delta) (t_{al} - t_{el}) + w (640 - t_{kw}) - w \delta (t_{kw} - t_{al}) = \\ = C_{\text{загаль.}} \left(1 - \frac{n}{100} \right) - G \sigma (t_{aw} - t_{ew}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{або } w \left[\frac{1}{d_a - d_e} (\lambda + d_e \delta) (t_{el} - t_{al}) + (640 - t_{kw}) - w \delta (t_{kw} - t_{al}) \right] = \\ = C_{\text{загаль}} \left(1 - \frac{n}{100} \right) - G \sigma (t_{aw} - t_{ew}) \end{aligned}$$

У складенім нами рівнанні ми маємо три невідомі величини w , d_a і t_{al} ; з них дві останні зв'язані емпіричною залежністю. Таким чином, за допомогою таблиць, що зв'язують d_a і t_{al} (табл. пароемності повітря різних температур), ми приводимо дане рівняння до двох невідомих w і t_{al} . Щоб точно розв'язати його, нам треба скласти ще одно рівняння, в яке входило б w або t_{al} . За таке рівняння може правити вираз кількості тепла, віддаваного поверхнею зерна повітря підчас охолодження його від температури кондиціонування до температури виходу, а саме:

$$G \sigma (t_{kw} - t_{aw}) = KF (t_{cp.w} - t_{cp.al}).$$

А скористатися з цього рівняння з упевненістю ми не можемо, в літературі бо цілком немає даних для сучинника теплопередачі K від зерна повітря.

Через це нам доводиться скористатися з припущення щодо температури вихідного повітря, а це визначить собою і величину d_a . За такого припущення ми матимемо, що кількість кіло усуваної за годину води

$$w = \frac{C_{\text{загаль}} \left(1 - \frac{n}{100} \right) - G \delta (t_{aw} - t_{ew})}{\frac{1}{d_a - d_e} (\lambda + d_e \delta) (t_{al} - t_{el}) + (640 - t_{kw}) - \delta (t_{kw} - t_{al})}$$

Завдаємося умовам:

$C_{\text{загаль}}$ за даними Бюллера для кондиціонерів VCA—4, виходячи з теплопродукційності відповідних даному номеру й надісланих фірмою водогрійних казанів, дорівнює 156.000 ЕТ/год.

n —кількість тепла, віддавана всією арматурою устави в наокружне середовище, беремо $= 10\%$;

$G=4100$ кіло (год.) 6.000 пудів за добу (за даними супровідних документів);

σ —теплоємність зерна при $15\frac{1}{2}\%$ води; $\sigma = (1,00 - 0,155) 0,37 + 0,155 = 0,47$;

t_{aw} —за заданнями процесу $= 20^\circ\text{C}$ (за даними Г. Гегле);

t_{ew} —беремо мінімальну для зими, цебто не нижчу за 0°C ;

t_{el} —беремо пересічну для трьох зимових (робітних) місяців.

Пересічні цифри по м. Одесі за період 60 років, від 1866. до 1925. р., одержані й обчислені мною в Геофізичній обсерваторії м.

Одеси, дорівнюють для

грудня $+0,1^\circ\text{C}$,

січня $-2,6^\circ\text{C}$,

лютого $-1,0^\circ\text{C}$,

звідки пересічна

$$t_{el} \cong -1,5^{\circ}\text{C}.$$

d_e — вміст пари у вхіднім повітрі за відносної вологості $100\% = 0,00348$ кг;

t_{al} — прийнявши нагрівання повітря за $20-25^{\circ}$, беремо $= 20^{\circ}\text{C}$;

d_a — вміст пари у вихіднім повітрі за розрахункового степеня насичення в $75\% = 0,75 \times 0,01480 = 0,01110$ кг;

t_{kw} — температура зерна в другій зоні (що нагрівно аспірує), згідно з завданнями процесу $= 55^{\circ}\text{C}$;

λ — теплоємність повітря — $0,238$; теплоємність пари — $0,475$.

Підставляємо величини:

$$W = \frac{156000 \left(1 - \frac{10}{100} \right) - 4100 \times 0,47 (20 - 0)}{\left(\frac{1}{0,01110 - 0,00348} \right) (0,238 + 0,00348 \times 0,475) (20 - 1,5) + (640 - 55) - 0,475 (55 - 20)} = 82,0 \text{ кг. води за год}$$

Щодо продукційности, то це становить:

$$p = \frac{82 \times 100}{4100} \cong 2,00\% \text{ вологості.}$$

За нормальної заводської продукційности (за каталогом Бюллера № 11) 5000 кг за год. і за тих самих умов

$$w = \frac{140400 - 5000 \times 0,47 \times 20}{1245} = 75 \text{ кг/год. води;}$$

$$p = \frac{75 \cdot 100}{5000} = 1,5\% \text{ вологості.}$$

Таким чином, у середньо-зимових умовах за згаданої продукційности й того, що є, устаткування ми можемо усунути до 2% вологості. Атмосферні умови весни й осені, решти двох робітних третин року, сприятливіші щодо кількості усуваної вологості.

Для Одеси, з тими ж таки джерелами, температури:

$$\text{березня} = + 2,6^{\circ}\text{C},$$

$$\text{квітня} = + 9,0^{\circ}\text{C},$$

$$\text{травня} = + 16,2^{\circ}\text{C},$$

звідки знаходимо, що весняна пересічна — $9,3^{\circ}$.

Для осені температури:

$$\text{вересня} = + 17,1^{\circ}\text{C},$$

$$\text{жовтня} = + 11,3^{\circ}\text{C},$$

$$\text{листопада} = + 4,9^{\circ}\text{C},$$

звідки осіння пересічна $= 11,1^{\circ}\text{C}$.

Через те, що ці температури вельми мало різняться між собою, приймим для усуваної навесні та восени кількості вологості пересічну t° , що дорівнює 10°C .

Тоді в попередньому рівнанні зміниться:

t_{ew} — температура вхідного зерна, яку порівнюємо до надвірної температури, що дорівнює $+10^{\circ}\text{C}$;

t_{al} — що дорівнюватиме $+30^{\circ}\text{C}$ (піднесення на 20°);

d_e — вміст пари у вхідному повітрі $= 0,00771$ кг;

d_a — вміст пари у вихідному повітрі $= 0,01515$ кг.

За цих умов

$$w = \frac{1}{0,01515 - 0,00771} \frac{140400 - 4100 \cdot 0,47 (20 - 10)}{(0,238 + 0,00771 \cdot 0,475) (30 - 10) (640 - 55) - 0,475 (55 - 30)} = 99 \text{ кг. год.}$$

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

Перевірмо зроблене нами припущення щодо температури вихідного повітря. Перевірку цю можна зробити за продукційністю установлюваного повітрогону з кількості просисуваного ним повітря. Між цією кількістю і температурою повітря існує зворотна залежність: що більше повітря просисуватимемо крізь зерно, то нижча, за всіх інших однакових умов, буде його температура. Таким чином, із цієї залежності ясно, що, коли наше припущення про температуру вихідного повітря зроблено вірно, то кількість повітря, визначувана цим припущенням

$$l = \frac{w}{d_a - d_e}$$

повинна бути не більша (а менша) за можливу продукційність ексгавстра, добраного заводом до даного кондиціонера.

Для кондиціонера VCA—4 Бюллер дає ексгавстра з всисним отвором в 520 мм, зовнішнім d крила 800 мм, при числі обертів в 900. Ексгавстер „Міяг“ з такою конструкцією ротора за тих же таки розмірів, при 900 обертах, перемагаючи опір в 75 мм водяного стовпа, дає $256 \text{ м}^3/\text{хвил.}$ За аналогією, за того ж, скажемо, напору наш ексгавстер зможе дати максимум:

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

Кількість же повітря, потрібна за нашого припущення, залежатиме від

d_a — що дорівнює, як і раніш, $0,01110$ кг за припущеної температури $+20^{\circ}\text{C}$,

d_e — при $-1,5^{\circ} = 0,00348$ і

w — за переведеним розрахунком $= 82$ кг за годину. Звідси кількість потрібного повітря за цих середньо-зимових умов дорівнюватиме:

$$l = \frac{w}{d_a - d_e} = \frac{82}{0,01110 - 0,00348} = 10900 \text{ кг/год.}$$

Вага 1 м³ повітря при +20°C дорівнює 1,18 кг, звідки

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

Навесні та восени ця кубатура пересічно дорівнюватиме:

$$l = \frac{w}{640 (d_a - d_e)} = \frac{99}{60 \cdot 1,2 (0,01515 - 0,00771)} = 200 \text{ м}^3/\text{хвил.}$$

а за літніх температур — вища за це.

Ці цифри цілком відповідають продукційності експавстра, а це свідчить за правдивість зроблених вище припущень та переведених розрахунків.

Наведені вище кількості усуваної вологи дано, виходячи з пересічних температурних умов різних пір року за повного обтяження казана в 156000 ЕТ/год. Це вказує на те, що за температури, приміром, (—10°C), що частенько держиться в Одесі протягом 2—3 тижнів, відсоток усуваної вологи не доходитиме навіть визначених вище 2%.

Пересічні зміни вологості пшениці в процесі її підготовування до молоття, що їх ми вважаємо за нормальні, зображаються в такому вигляді:

пересічна вологість зерна на завальну яму — 14,0%
„ „ після попереднього чищення — 13,8% (—0,2%),
„ „ „ відтискної колони — 18,8% (+5,0%),
„ „ „ кондиціонування (або сушіння) — від 15,0 до 16,3% (—3,0 ÷ 2,5),
„ „ на 1. драння — від 15,5 до 16,0% (—0,3%).

Таким чином, при зерні пересічної сухости, щоб довести його до нормальної вологості, треба усунути з 3,0% вологи; виходячи з цього, ми можемо визначити можливу продукційність кондиціонерів, урахувавши постачене заводом Бюллера устаткування (казани, експавстри тощо).

Якщо окремі члени виведеного нами виразу w позначити через

$$A = C_{\text{загальн.}} \left(1 - \frac{w}{100} \right); B = \delta (t_{aw} - t_{ew}),$$

$$C = \frac{1}{d_a - d_e} (\lambda + d_e \delta) (t_{al} - t_{el}) + (640 - t_{kw}) - \delta (t_{kw} - t_{al}),$$

то можемо зобразити його у вигляді, що ясно визначає залежність між кількістю вологи (w) і продукційністю (G).

$$w = \frac{A - BG}{C},$$

або, замінивши кількість вологи в кг на відсотковий її вираз (p), маємо:

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

звідки продукційність кондиціонера за завданого відсотку усунення вологи (р) дорівнюватиме:

$$G = \frac{A}{\frac{pC}{100} + B} \text{ кг/год.}$$

Члени А, В і С в даному рівнянні являють собою температурні технологічні та атмосферні умови.

Визначмо продукційність кондиціонерів, виходячи з 3-відсоткового усунення вологи й середньо-зимових умов, заздалегідь погоджуючися на те, що підчас великих морозів нам доведеться зменшити або відсоток підсушування, або знайдену продукційність.

За цих умов матимемо:

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

$$B = 0,47 (20 - 0) = 9,4,$$

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

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

Таким чином, ми бачимо, що за заданого відсотку усунення вологи й наявних кліматичних умов продукційність надісланого заводом Бюллера устаткування трохи нижча, ніж то вказано в каталозі та супровідних матеріалах.

УКАЗНИК ЛІТЕРАТУРИ

Б ю л л е р.—Каталог кондиціонування.

Zeitschrift für das gesamte Mühlenwesen. 1926. Стаття інженера Gehle.

„Расчеты Техотдела Одесской Райконторы Союзхлеба по установке кондиционеров на 52-й Госмельнице“.

Переробок кукурудзи в 51. Держмлині Союз-хлібу в Одесі.

Технік-круп'яр Д. Б. Штерн

51. Держмлин було тимчасово пристосовано до перероблювання кукурудзи, ось чому схему¹⁾ млина треба було дещо змінити.

Технологічний процес сухого переробку кукурудзи на високе молоття відрізняється від мокрого способу перероблювання в частині готування кукурудзи до молоття. Як відомо, готування до молоття в останньому разі полягає в пропарюванні, дробінні на зарідковіддільнику, сушінні й сортуванні для відсівання зарідку.

При сухому перероблюванні кукурудзи схема драного процесу й чищення крупів повинна бути так збудована, щоб на перших 2—3-х драних системах можливо було з роздробленої кукурудзи витягти максимум зарідку, що містить у собі товщеві речовини.

Щоб можна було млин, на бажання, протягом декількох годин перевести на попереднє сортове молоття було виготовлено запасні борошняні рами для молоття кукурудзи, з ситами №№ 60—70 для розсійників, „Шнайдер-Жакє“, які в нашому млині переважають, а на розсійниках інших конструкцій, де було по дві кришанинні (дунстові) рами № 5,—проходи з них виведено в борошно, на тих же самих млильних системах, де не було кришанинних рам; долішні дві рами замінено на фосфористо-спижові (бронзові) сита № 70, що перекриваються за схемою розсійника збірними рамами.

У разі потреби для сортового пшеничного молоття проходи цих сит можуть бути переведені, як кришанини (дунсту), на такі млильні системи.

Всі приймальні й крупочні дотові сита, як на драних, так і на млильних, за деяким винятком, залишилися попередні.

Схема очищення кукурудзи

1. сепаратор у сильосі з цинковими діркованими ситами, поперечника 12 мм горішнього і 3 мм долішнього.

2. сепаратор такий самий в шеретівному відділку, магнетний апарат, шмергелеві оббивалки зі зменшеними обертами до 250 і

¹⁾ Див. схему драного процесу 51. Держмлини в журналі „Вестник Научно-Технического Кружка“ № 1 Одеського Млинарського Політехнікуму 1928. року.

відсуненими від кожуха бичами на 30 мм і зерночисна машина „Меркурій“.

А як шмергелі все ж таки дуже ламають кукурудзу, то їх зупинено, і очищення переводилося тільки на сепараторах.

Схема драного процесу складається з 4-х пасажів, при цьому 1. драння робить, як дробарка, без відсівання, за місцевими умовами.

1. драння-дробарка: $\frac{1}{2}$ посаду 1500×250 мм.

2 карби на 1 см, диференціальна швидкість 1,3:1 взято для кукурудзи.

2. драння: 4-вальний посад 1500×250 мм.

5 карбів на 1 см, диференціальна швидкість зісталася без зміни на всіх інших драних і мливних системах.

Один розсійник „Шнайдер-Жак“.

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

Сходини за №№ 12 — 14 — 12 — 14 на віялки №№ 1, 2, 9, 10 для вилучення зарідку.

Сходини з № 30 на віялки № 5 — 6 — великі крупи.

„ з № 4 на 2. крупосортувальний розсійник — середні крупи.

Прохід № 4 — борошно.

3. драння: $\frac{1}{2}$ посаду 150×250 мм — 5,6 карбів на 1 см, один розсійник „Шнайдер-Жак“.

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

Сходини з №№ 14 на віялки № 11 — 12 для вилучення зарідку.

„ з № 30 на віялки № 7 — 8 — великі крупи.

„ з № 4 на 2. крупосортувальний розсійник — середні крупи.

Прохід № 4 — борошно.

4. драння: $\frac{1}{2}$ посаду 1500×250 мм, 7,2 карбів на 1 см і $\frac{3}{4}$ розсійника „Шнайдер-Жак“.

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

Сходини з № 18 — у висівки.

„ з № 32 і № 44 — на віялку № 14.

„ з № 4 — на 2. крупосортувальний розсійник.

Прохід № 4 — борошно.

Цим пасажем закінчується драний — підготовчий процес кукурудзи. Як я вже зауважив, на зазначених розсійниках залишилися сита перших 6-х рам, що їх застосовувалося до пшениці, і тільки замінено сита останніх 4-х рам, для чого підготовлено було запасні рами з ситами № 4.

Передирання і крупосортувальні системи

1. передирання — $\frac{1}{2}$ посаду 1000×250 мм, 8 карбів на 1 см.

$\frac{1}{4}$ розсійника „Шнайдер-Жак“.

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

Сходини з № 26 — надходить на 2 передирання.

„ з № 40 — на 15 віялку.

„ з № 70 — на 2. сортувальний розсійник.

Прохід № 70 — в борошно.

2. Передирання — $\frac{1}{2}$ посаду 1000×250 мм, 8,8 карбів на 1 см і $\frac{1}{2}$ розсійника „Шнайдер-Жаке“.

22 — 34 — 22 — 34 — 44 — 44 — 70 — 70 — 70 — 70.

Сходини з № 22 — у висівки.

„ з №№ 34, 44 — на 1 мливу систему.

Прохід № 70 — борошно.

2. крупосортувальний розсійник — $\frac{1}{2}$ розсійника „Шнайдер-Жаке“; надходять середні та дрібні крупи.

2, 3, 4 драння і 1. передирання.

36 — 50 — 36 — 50 — 70 — 70 — 70 — 70 — 64 — 64.

Сходини №№ 36, 50 — надходять на 13 віялку.

„ № 64 — надходять на 8. мливний.

Прохід № 70 і № 64 — борошно.

3. сортувальний розсійник — $\frac{1}{2}$ розсійника „Шнайдер-Жаке“ — надходять відніски війкові і сходинок — зародок з віялок №№ 1, 2, 9, 10, 11, 12.

Сита: 18 — 42 — 18 — 42 — 70 — 70 — 70 — 70 — 70 — 70.

Сходини № 18 — зародок і оболонки.

„ № 42 — на віялку № 16.

„ № 70 — на 17 мливу систему.

Прохід № 70 — борошно.

Схема віялок

Віялки № 1, 2, 9, 10 — „Шнайдер-Жаке“ з цинковими діркованими, круглими отворами поперечником у мм — 3 — 3 — $3\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{2}$.

Живляться горішніми сходами 2. драння.

Прохід із віялок надходить на 3. драння.

Сходини — зародок і оболонки, а також відніски війкові надходять на 3. сортувальний розсійник.

Віялки № 11 — 12 — „Шнайдер-Жаке“ з цинковими діркованими ситами поперечника в мм.

2 — 2 — 2 — $2\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$.

Живиться горішніми сходами 3. драння.

Прохід з віялок надходить на 4. драння.

Сходини з віялок — зародок і оболонки надходять на 3. сортувальний розсійник.

Віялки №№ 3, 4 — „Шнайдер-Жаке“ — контрольні, для добирання манних або поленти, сита шовкові.

№№ 26 — 24 — 22 — 20 — 18.

Живиться проходом з віялок № 5, 6.

Прохід №№ 26 — 18 — манні.

Сходини з віялок на 1. передирання.

Віялки №№ 5, 6 — живляться великими крупами — 2. драння.

24 — 22 — 20 — 18 — 16.

Сходини надходять на 1. передирання.

Прохід — крупи на контрольні віялки №№ 3, 4.

Віялки №№ 7, 8 — живляться великими крупами 3. драння.

24 — 22 — 20 — 18 — 16.

Сходини надходять на 1. передирання.

Прохід — крупи на 1. мливу систему.

Віялка № 14 живиться крупами 4. драння.

32 — 30 — 28 — 26 — 22.

Сходини і відніски надходять у висівки.

Прохід — крупи на 1. мливу систему.

Віялка № 15 живиться крупами 1. передирання.

38 — 36 — 34 — 32 — 28.

Прохід — крупи на 1. мливу систему.

Сходини на 3. сортувальний розсійник.

Відніски всіх віялок на 3. сортувальний розсійник.

Віялка № 16 — живиться крупами 3. сортувального розсійника.

34 — 30 — 28 — 26 — 24.

Прохід — крупи на 1. мливу систему.

Сходини і відніски — у висівки.

У дальшому для молоття крупів використано вальцьові посади 5., 6. драння і „Фермер“, при чім котки повернено спинками; різь їхня — 9 карбів і 10 на 1 см.

Сходини з цих систем послідовно проходять усі мливі гладенькі системи до остаточного змелення на 2. „Фермері“.

Млин перемелював 82 тонни кукурудзи в 24 робітні години на односортове тонке борошно з добором манних і поленти. (Різниця у великості).

Перероблювалися всі сорти кукурудзи, але переважала біла кремениста з вмістом вологи від 13% до 20%.

У нашому млині всі драні вальцьові посади в 1,5 м та декотрі системи роблять на кукурудзі з недовантаженням. З 20 м драної щілини, що є в млині, використовується для драного процесу кукурудзи, разом із передиранням і дробаркою, усього 9,5 м.

З 22 метрів мливної щілини використовувано 17 м і 3 м нарізних для 1-х мливних систем, усього 20 м.

На один метр драної щілини припадає 8,6 тонни, на один метр загальної довжини вальців — 2,8 тонни.

Уважаю за недоцільне перемелювання кукурудзи на гладеньких вальцях, — продукційність їхня знижується на половину.

Дрогяні сита засіваються більше, ніж шовкові.

Добре просівання дають центрофугалі.

Щоб визначити, які проміжні продукти в процесі молоття дають більший відсоток товщу, було пророблено в нашій лабораторії аналізи крупів, сходин з віялок і борошна всіх систем.

Декотрі дані аналіз

Сходини з віялок 1, 2, 9, 10 одержуються з вмістом товщу 13—16%.

Сходини з віялок 11, 12 — 10 — 12%.

Горішні сходини др. — висівки — 9, 10%.

Дані аналізу контрольного молоття

Продукт	Добутку в %	Товщ в %	Попільність у %
Кукурудза на яму . .	—	4,42	1,60
Кукурудза на вальці .	—	4,29	1,58
Манні	15	1,69	0,69
Борошно	62	2,28	0,93
Висівки	12	8,0	5,55
Зародок	10	19,0	—

Щоб вилучити оболонки із зарідку, з метою збільшити олійність його, встановлено над набивальними камерами сепаратори системи „Робінзон“.

Дослідне молоття в млині Одеського Млинарського Інституту

В. Сердюков

Млин Одеського Інституту Технології Зерна й Борошна закінчено устаткуванням навесні 1929. року. Змонтовано його, здебільшого, із старих машин, одержаних від розбирання консервованих малопотужних млинів. Як виняток є: 1 новий постав „Млинбуд“, 800×250 , розсійник „Млинбуд“ моделі 1925. року, всисний фільтр на 24 мішки, ексгавстер і самозамочка, віддані „Млинбудом“ Інституту задля переведення досліджувань.

А що електричні мотори, що ними устатковано млин, малопотужні (1 мотор 20 HP і другий—50 HP), то не можливо тепер включити в роботу всі, що є (і встановлені), вальцові посади.

Схема млина має 7 драних систем і 3 мливні, при цьому не для всіх мливних добрано найвигідніші розміри вальців (1. мливний, наприклад, має вали $d = 300$ мм). Усе це безумовно відбивається на режимі молоття, на кількості борошна, одержуваного з кожної системи, обтяженні тощо.

Відношення довжини драної щілини до мливної, що дорівнює $\frac{2000}{5100} = 0,392$, безумовно ненормальне.

Підчас зимової практики студенти III. курсу в цьому млині перевели ряд дослідних молотів. Висвітлення наслідків одного з них і становить мету статті.

Сировина

Переводячи дослідні молоття, все зерно було розбито на невеликі партії, по 250—300 пудів кожна. При такій порівняно незначній кількості зерна в кожній хідці можна було переводити повні зачищення в кожній з них, можна було, змінюючи режим молоття, з добутоків кожної партії судити про гідності і вади того чи того способу продовження молоття та й схеми в цілому.

Ми розробили молоття 7. партії зерна¹⁾. Технічна аналіза зерна, що надійшло до перероблення цієї партії, показала таке:

¹⁾ Молоття переведено 1. березня 1930. р.

Зерно на завізну яму:

Натура 183,5 гр. (126 золотн.).

Вага 1000 зерен 36,0 гр.

Засміченість:

а) типове зерно (пшениця)	64,88%
б) жита	10,08 „
в) ячменю	21,80 „
г) кукілю	0,88 „
г) щуплих зерен	— „
д) битих зерен	1,36 „
е) засмічених домішок (мертве сміття) .	1,00 „
	<hr/> 100,00%

Вологість зерна визначити не пощастило через відсутність у той час у лабораторії уч. млина відповідних приладів.

Чищення зерна

Схема чищення зерна, подана на рис. 1, досить проста й не потребує пояснень. Деяке непорозуміння може викликати тільки від-

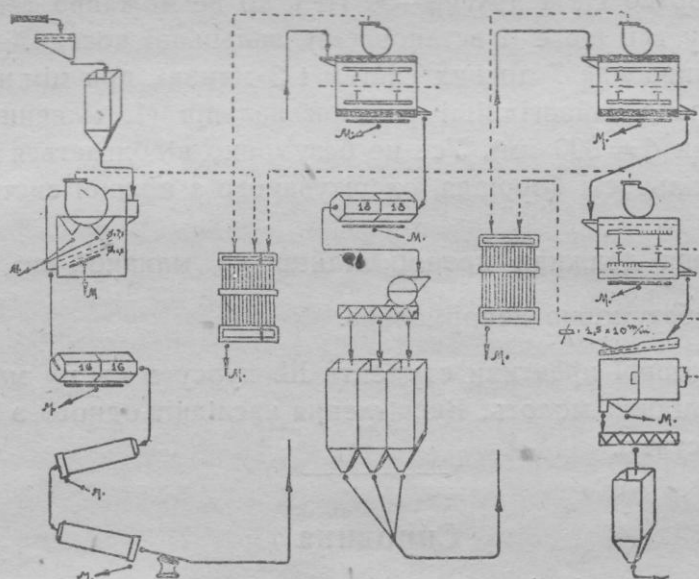


Схема чищення зерна.

Рис. 1.

сійниця (бурат), поставлена після чорного сепаратора. Її включено в схему для того, щоб посортувати зерно перед куکیلницями на дві фракції, для роздільного чищення (є друга секція куکیلниць, не показана на схемі). Тепер, як млин робить неповним навантаженням, ця відсійниця обтягнена ситами № 16 і служить для відбирання січки й пилу, що випадково пройшли через сепаратор.

Перед тим, як надійти до 1. драної системи, зерно наново проаналізували. Наслідки зведено в таку таблицю:

Натура 196,0 гр. (141,5 золот.),
Вага 1000 зерен 38,5 гр.

Засміченість:

а) типове зерно	72,00%
б) жито	7,40 „
в) ячмінь	18,60 „
г) кукуль	— „
г) щупле зерно	— „
д) бите зерно	1,80 „
е) мертве сміття	0,20 „
	<hr/> 100,00%

З порівняння цих двох аналіз зерна можна бачити, що шеретівний відділ млина порівняно добре дає собі ради зі своїм завданням.

Молоття зерна

Як уже зазначено вище, в схему молоття (рис. 2) не можна було включити всі, що є, вальцові посади.

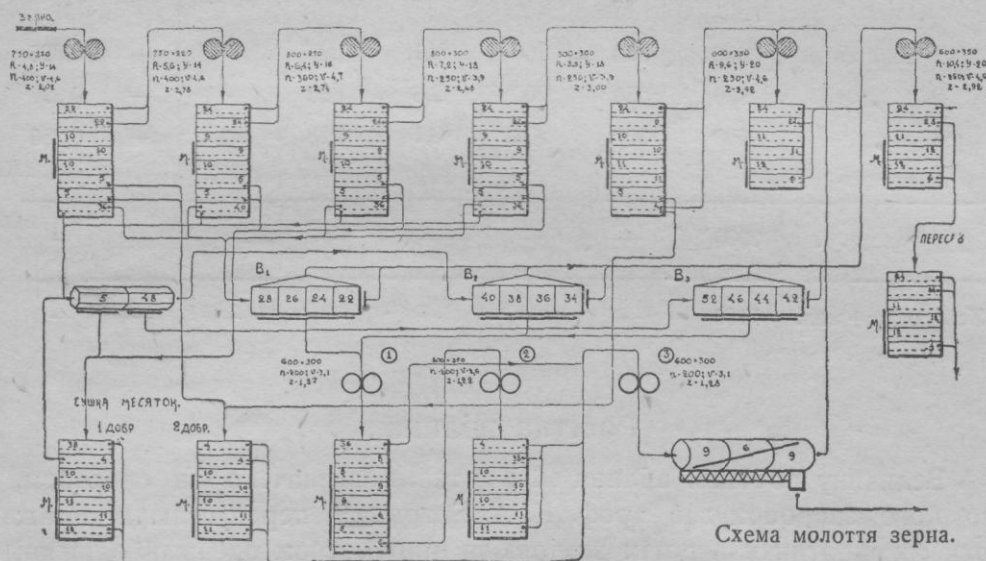


Рис. 2.

Завдяки цій обставині схема молоття набуває дещо оригінального вигляду.

При 7 драних системах, досить розвиненому сортуванню крупів і сушінні місив, млиних систем є тільки три. Це становище безумовно ненормальне, і якщо воно не відбивається будь-як значно на якості одержуваного борошна, то це можна залічити поперше на кошт не-

повного навантаження млина (отже, і невеликої питомої обтяженості посадів) і подруге на кошт того, що молоття переводилося на 85% в борошно.

Таблиця 1.
Дані щодо драння й молоття

Система	Довжина котків в мм	Поперечник котків в мм	Число обертів за 1 хвил.	Швидкість швидко-обертального котка в м/с	Диференція	Число карбів на 1 см	Спад карбів у 0/0	Млина щілина в мм
I др.	750	220	400	4,6	2,02	4,8	14	1,729
II "	750	220	400	4,6	2,78	5,6	14	1,158
III "	800	250	360	4,7	2,74	6,4	16	0,750
IV "	800	300	250	3,9	2,68	7,2	18	0,420
V "	800	300	250	3,9	3,00	8,8	18	0,280
VI "	600	350	250	4,6	2,92	9,6	20	0,215
VII "	600	350	250	4,6	2,92	10,4	20	0,193
Разом . . .	5100	—	—	—	—	—	—	—
1 молоття	600	300	200	3,1	1,27	—	—	0,325
2 "	800	250	200	2,6	1,22	—	—	0,291
3 "	600	300	200	3,1	1,28	—	—	0,253
Разом . . .	2000	—	—	—	—	—	—	—
Усього др.+мол.	7100	—	—	—	—	—	—	—

Робітна щілина

Величину робітної щілини між котками визначено за способом, що його запропонував проф. К. А. Богомаз¹⁾, перепускаючи поміж котками шротинки й потім вимірюючи мікрометром одержані олив'яні „коржики“.

Шріт для вимірювання щілини взято поперечником 5 мм (№ 0). Для кожної системи зроблено по 12 вимірів (по 4 шротинки в середині і по 4 по кінцях котків), і тоді взято пересічні розміри, за котрими і складено діаграму щілини (діягр. 1).

¹⁾ На це, між іншим, не вказав у своїй роботі інж. І. Н. Левінсон („Анализ баланса помола“).

Як бачимо з діаграми, крива щілини своїм характером наближається до кривої щілини драння великого питльового молоття.

Об'ємна вага продуктів молоття

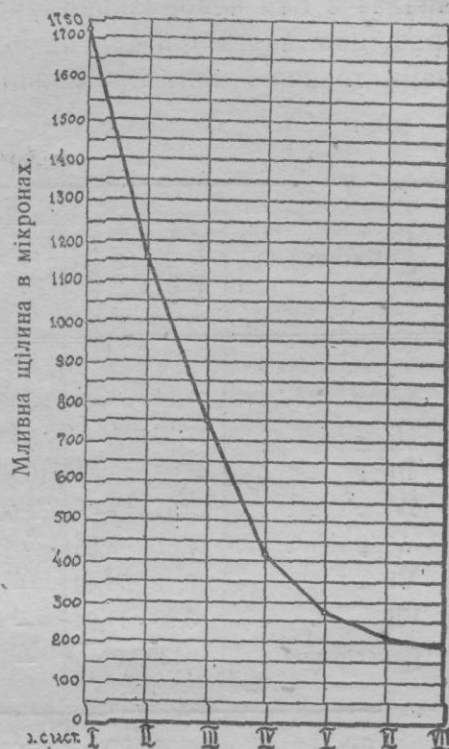
Через те, що цей показник продуктів молоття є вельми істотний в питаннях розрахунку засіків, ковшів, елеваторів тощо, то ми перевели відповідні виміри в цьому напрямі.

Визначення об'ємної ваги продуктів переведено на $\frac{1}{4}$ -літровий пурці, а тоді зроблено перелік на кг/м^3 . Одержані дані зібрано в табл. 2.

Треба зауважити, що як продукти молоття, так і продукти драння взято нами не ті, що надходять на посад, а ті, що виходять з-під нього.

На нашу думку, розрахунки елеваторів треба робити, користуючися з об'ємної ваги саме цих продуктів, тому що ними завантажуються елеватори.

Об'ємна вага продуктів, що надходять на посад, мало характерна, тому що здебільшого вони йдуть самотокою.



Діаграма № 1.

Таблиця 2
Об'ємна вага продуктів драння і молоття

Об'ємна вага продуктів, що виходять з-під посаду		Об'ємна вага продуктів, що виходять з-під посаду	
Система	Об'ємна вага в кг/м^3	Система	Об'ємна вага в кг/м^3
I драний	528	Зерно	734
II "	480	Великі крупи	562
III "	452	Середні крупи	538
IV "	408	Дрібні крупи	514
V "	386	Борошно	448
VI "	352	Висівки	254
VII "	368		
Мливна	402—476		

Бальянс молоття

Ми також зняли бальянс молоття (тої ж таки 7. партії зерна). А що схема молоття та його бальянс є фактори, вельми міцно зв'язані один з одним, то натурально, що ті, що є, ненормальності схеми відбилися

в баянсі молоття. Візьмим, наприклад, баянс драння (табл. 3). У нім впадає в око ненормально високий % добутку борошна. Це буде зрозуміло, якщо пригадаємо вказану вище невідповідність між довжинами драння і мливною вальцевою лінією.

Таблиця 3
Баянс драння в ‰

Система	Горішні сходи	Долішні сходи	Крупи		Місиво	Борошно	Разом	Примітка
			Великі	Середні й дрібні				
I др.	91,44	—	3,13	2,61	1,54	1,28	100,00	(1) До 13,02‰ сходи з V др. додається сходи з 3 молоття. (2) До 20,91‰ сходи з VI др. додається сходи й відніски віялок і сходи сушіння місив. (3) Висівки.
II "	77,10	—	8,78	2,42	1,34	1,80	91,44	
III "	44,06	—	16,70	7,25	2,29	6,80	77,10	
IV "	20,51	—	7,00	8,12	2,51	5,92	44,06	
V "	4,67	8,35	—	—	1,23	6,26	20,51(1)	
VI "	6,42	14,49	—	—	—	6,54	27,45(2)	
VII "	3,90	11,94	—	—	—	7,69	23,53	
Пересівання . .	1399 (3)		—	—	—	1,85	15,84	
Разом	296,87		35,61	20,40	8,91	38,14	399,93	

Таблиця 4
Питоме обтяження на 1 см довжини вальців за 24 р. г. (в кг)

Система	Надходить в 24 р. г.	Питоме обтяження
I драння . . .	13038,56	173,71
II " . . .	11922,86	158,97
III " . . .	10053,07	125,66
IV " . . .	5744,98	71,81
V " . . .	2674,33	33,43
VI " . . .	3579,20	59,65
VII " . . .	3068,08	51,13
1. мливи.	6601,64	110,03
2. "	3627,45	45,34
3. "	2549,12	42,48

На 1 см загальної довжини нарізних вальців за 24 р. г. $\frac{13038,56}{510} = 25,57$ кг (3,91 пуда на 1").

На 1 см загальної довжини гладеньких вальців за 24 р. г. $\frac{6601,64}{200} = 33,008$ кг (5,05 пуда на 1" в 24 р. г.).

Як бачимо, питомі обтяження посадів дуже незначні, цебто вальцеві посади роблять мало обтяжені. (Кеттенбах дає такі цифри: на

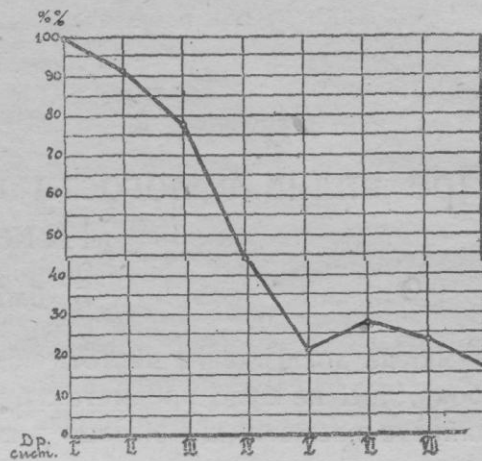
1 см за 24 р. г. для нарізних вальців 50 кг і 47,6 кг для гладеньких вальців).

На діаграмі 2. зображено криву навантаження на дані системи в $\% \%$. Скік угору, починаючи з VI др., ця крива робить тому, що до драних продуктів долучаються продукти млива для сумісного змелювання.

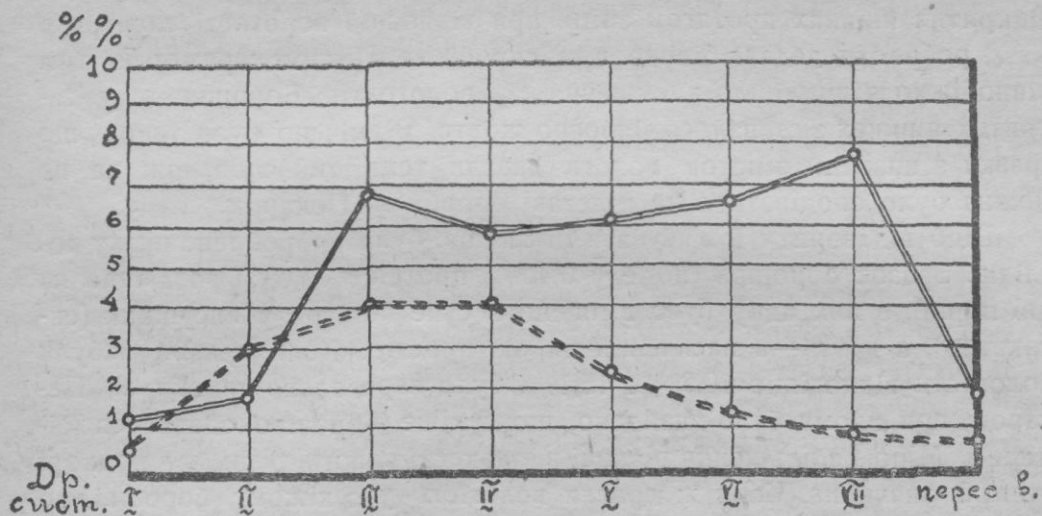
Діаграма 3 показує одержання драного борошна. Легко бачити, що крива добутку борошна гостро відрізняється від нормальної для питльованого молоття (з достатньою кількістю мливних систем) кривої.

Щоб порівняти, подано теоретичну криву добутку борошна за драними системи (крапчак).

Усе дослідне молоття провадилося за методою контрольного молоття для того, щоб можна було, порівнявши наслідки баянсу молоття з наслідкам контрольного молоття, судити про той чи той



Діаграма 2. Навантаження на др. системи в %% Др. сист. пересівання



Діаграма 3. Кількість драного борошна в %% Др. сист. пересівання

ступінь точности зняття баянсу молоття. По зіставленні даних, одержаних за баянсом, з даними контрольного молоття, виявилось, що максимальні відхилення доходять величини 1% (в той чи той бік), а в деяких випадках відхилення ці значно нижчі. Зсідси висновок, що точність зняття баянсу молоття цілком задовільна і його можна вважати за такий, що характеризує наше дослідне молоття.

Про вплив вологости на наслідок спроби за Пекаром

Б. Дмитрієв

Якісне дослідження чистоти молоття, уведене в практику Пекаром, либонь, досі не було предметом будьякого наукового досліджування. Прийнято вважати, що різниця в кольорі зразків борошна, оброблюваних за Пекаром, пояснюється виключно кількістю висівчанистих частинок. Твір A. W. Alcock and N. J. Ediger, *Cereal Chemistry*, VI, 5, 1929., що встановлює наявність ослаблювального чинника в цьому визначенні та яка дає змогу в деяких випадках виточити його наслідки,—досить цікавий з погляду практичного й теоретичного.

Автори зазначають, що борошно, яке переховувалося в лантухах і відкритих ящиках протягом зими, при відносній вологості повітря в 35%, робилося дедалі біліше при спробі за Пекаром; разом із тим рівнобіжно з цим ішло зменшення % вологости. Борошно ж у закритих ящиках зіставалося відносно жовте. Відмічено було також, що зразки з низьким вмістом води давали темніший хліб, ніж на це можна було сподіватися на підставі спроби за Пекаром.

Щоб відтворити й з'ясувати ці явища, було пророблено низку дослідів. Зразок борошна (попелу 0,40%, протеїну 11,0%) розділено на дві порції, з них одну було вміщено в сухе повітря, у висушник (ексикатор), а другу—в насичений паром простір. Коли зразки набули вологости відповідно 10,9% і 15,1%, було переведено спробу за Пекаром; при цьому було знайдено, що сухіше борошно здавалося білішим. Мірою збільшення різниці в кількості води, різниця в кольорі ставала значніша. Коли ж довели вологість у сухішому борошні до первісної величини, поставивши його на повітря при хатній температурі, воно (борошно) набуло при спробі за Пекаром кольору вихідного зразка. Подібні спроби пророблено було з цілою низкою зразків, і при цьому одержано такі самі наслідки. Треба вважати, що в спробі Пекара (з застосуванням підсушування зразків після занурення. Б.Д.) ми, властиво, маємо справу не з кольором борошна, а з кольором півпрозорої плівки сухого тіста на тлі борошна, що перебуває внизу. Автори далі зауважили, що ця плівка тіста має різну консистенцію на зразках одного і того ж таки борошна з різною вологістю—тісто над вологішим борошном зісталося м'яке, тимчасом як плівка тіста над

менш вологим борошном була суха й ламка. Було зроблено припущення, що різниця в кольорі зразків і з різною вологістю якраз і пояснюється різною структурою тіста на них, що, отже, ця різниця мусить щезнути, якщо зразки занурити у воду на довгий час, щоб дати змогу сухому борошну увібрати воду. Виявилося, що різниця в кольорі ставала менша мірою зростання часу занурення. Але, коли зразки, що містили в собі спочатку 14,0 і 7%, зрівнялися після $3\frac{1}{2}$ -годинного занурення, то різниця все ж таки була помітна.

Визначаючи вологість тіста безпосередньо після короточасного занурення, знайдено, що тісто, зняте з борошна низької вологості, містило в собі стільки ж води, як і тісто з вологішого борошна (див. таблицю). Звідси треба зробити висновок, що різниця в кольорі не може бути з'ясована різницею в кількості абсорбованої води та, як наслідок цього, зміною структури тіста. Правильне з'ясування різниці в кольорі за Пекаром, при різній вологості одного й того ж таки борошна, знайдено в гребінці півки тіста, що утворюється при зануренні.

Автори проробили низку спроб зі зразками борошна, що дуже відрізняються один від одного; при цьому кожний зразок був розділений на дві частини з вищою і нижчою вологістю. Обидві частини кожного зразка були зрівняні за Пекаром, і після сушіння в печі з них були зняті виміряні дільниці скоринки; прилипле до них борошно очищено, після цього визначено вагу сухої скоринки. Наслідки подано в такій таблиці:

Б о р о ш н о	Попелу %	Протеїну %	Води %	Вологість тіста після за- нурення	Вага су- хої ско- ринки на 1 кв. дюйм
Patent—з ярого	0,40	11	15,2	61,4	0,59
Clear—з ярого	1,25	14,2	6,2	62,1	0,38
Борошно з 5. драння .			14,9	61	0,74
			5,9	62,3	0,47
Борошно з 5. драння .	1,38	19,6	14,7	60,6	1,00
			6,1	62,0	0,57
Озиме з Онтаріо	0,605	9,5	15,6	55,0	0,55
			6,2	55,2	0,35
Тихоокеанське конди- торське	0,42	7,1	15,2	50,7	0,44
			6,5	51,8	0,30

Дані таблиці показують, що тісто на борошні з вищою вологістю містить у собі більше сухого матеріалу, ніж тісто на менш вологому. Через те воно висихає повільніше, ніж це буває з менш вологим зразком. При спробі за Пекаром у першому випадку шар тіста має не

тільки більше сухого матеріалу на одиницю поверхні, а й більший відсоток води. Тимто він грубший і непрозоріший, ніж другий шар, що є на борошні з низькою вологістю.

Залежність між уявним кольором борошна за Пекаром і грубиною шару тіста potwierджена декількома спробами, в яких грубину шару сухого тіста зменшувалося зскрібанням або збільшувалося накладанням різного числа платівок сухого тіста.

Маючи на увазі цю залежність, автори зазначають, що гарний колір за Пекаром борошна 1. сорту, проти Clear, і борошна з м'якої пшениці, проти борошна з твердої пшениці, пояснюється грубиною тіста, яке утворюється при занурянні (вплив великості та вбирної властивості частинок. Б. Д.).

Висновки з роботи такі.

Колір борошна, на підставі спроби Пекара, до деякої міри залежить від вмісту вологи. Перед випробуванням зразків за методом Пекара конче треба довести їх до однакового вмісту вологи, виставивши їх на повітря зі сталою відносною вологістю, до досягнення рівноваги. Яке ж значення встановлених у даній роботі фактів для нашої виробничої практики? Тут можна зазначити таке. Різниця в кольорі за Пекаром виявляється, коли висушують змочені зразки в печі; у нас же порівняння звичайно роблять безпосередньо після занурення або через короткий час після нього. Якщо взяти два зразки одного й того ж таки борошна з різним вмістом вологи, то різниці в кольорі безпосередньо після змочування не помітно. Цю обставину треба пояснити тим, що мокре борошно, будучи майже непрозоре, почасти відкидає, почасти вбирає проміння, не пропускаючи його в внутрішні шари; суха ж плівка тіста має рогувату консистенцію, з'являється півпрозорою, і, отже, тут виявляється значення глибини шару. Звідси доводиться робити висновок, що чинник при нашому звичайному способі пекаризації виключається.

Підсушуючи зразки, американські практики мають на увазі підсилення і, отже, підвищення чутливості методи. Тої ж самої мети в нас іноді намагаються досягти занурюванням зразків у розчини лугу або кислоти. Занурювання в слабкі кислоти не дає особливого ефекту; що ж до лугів, то тут чин вельми характерний. Відомо, що при змочуванні лугом борошно жовкне. Як показали спостереження останніх років¹⁾, до складу, мабуть, досить складного комплексу пігментів пшеничного зерна входить пігмент, що посідає властивості індикатора.

Якщо користуватися з відносно міцних розчинів лугу $\left(\frac{N}{10}, N\right)$, то жовкнення борошна одержується вельми гостре. Це гостре забарвлю-

¹⁾ Vissert Hooft and Leeuw. *Ser. Chem.* 1928, № 5. Озолін, Домбровський, 1928.

вання зразків не можна вважати за бажане, бо різниця кольорів краще уловлюється при ясніших, делікатних відтінках забарвлення.

Користуючися з $\frac{1}{100}$ N лугу (0,4 г Na OH на літр), маємо помітне зжовкнення.

Треба гадаги, що при застосовуванні лугу подібної концентрації забарвлюються, головне, частинки висівків, що містять у собі подібний до індикатора пігмент у той час, як, застосовуючи міцніший луг, ми витягаємо й розчиняємо значну частину пігментів оболонки, причому ці пігменти розміщуються по всій масі змоченого борошна.

Вплив борошна на ферментувальну силу дріжджів

К. Мооса і Г. Кюля

(Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel). Травень 1929.

Переклад виклад. Верховцева

Повідомлення Берлінського млинарського Інституту при виробній і дослідчій установі для перероблювання зерна

Давно встановлено, що певні, які перебувають у борошні, речовини затримують чин ферментувальної сили дріжджів. Уже року 1905. Яго¹⁾ спостерігав, що додавання пшеничного борошна зупиняло ферментацію пивних дріжджів. Так само р. 1907. Гофман²⁾ звернув увагу на те, що додавання зернового шроту вбиває відмиті з зерна бактерії, і з'ясував, що в зерні при обміні речовин, у наслідок несприятливих умов зростання й переховування, утворюються продукти розкладу білка, що отруюють організми, що їх утворюють.

Через вбирання отрут розкладу нормальний чин ензим може бути затримано або цілком зупинено, а це, своєю чергою, мусить впливати на проростання. В Інституті ферментувального промислу Лінднер і Лянге потвердили отруйний вплив пшениці й рижу на ферментовні дріжджі, а Геннеберг твердо встановив, що в присутності борошна з'являється відмирання дріжджевих чарупок. На підставі дослідів Бакера, Гультона й Лінде, Лекур³⁾ зайнявся в Пастерівськiм Інституті в Парижі обслідуванням отруйного впливу пшеничного борошна на дріжджі й дійшов таких висновків: отрута зв'язана з глютеніном, але останній сам собою не отруйний, тому що виполіскуванням підкислою водою може бути звільнений від отрути. Отрута, хоч і не чинить на зимазу дріжджів, проте, досить швидко умертвляє дріжджі. Ця пшенична отрута чинить у надто малих кількостях, отже, до певної міри може бути порівнювана з токсинами.

Гайдук⁴⁾ залічував отруйну речовину до білків, а саме до альбумоз. Усі дослідники в один голос установили, що отруйна речовина

¹⁾ Wochenschr. Brauerei 1923, № 11—14.

²⁾ . . . 1907, № 18—19.

³⁾ Annales de la Brasserie 1927, № 6 і наступ.

⁴⁾ Wochenschrift. Brauerei 1909, 26, 177.

міститься в ядрі зерна; шріт менш отруйний, а додавання висівок, завдяки вмістові солей, дуже ослаблює отруйний чин. За дослідями Абдергальдена¹⁾, декотрі амінопохідні вуглекислоти, затримуючи напочатку ферментування, в дальшому вельми його підтримують. Нойберг і Санберг²⁾ указують на пуринові речовини та їхні похідні, як на такі, що допомагають ферментувати.

Досі тільки Гофман дав пояснення утворенню отруйних речовин, що затримують ферментування. На підставі установлення, що борошно, яке затримує ферментування, одержується, головню, з пшениць Tough; Моос³⁾ припускає, що тут чинять розпади білковин, що лежать нижче від амінокислот.

А як ці речовини, подібно до токсинів, дуже отруйні вже в надто малих кількостях, то їх назвали токсамінами.

Досліди, переведені в Інституті Млинарства, ясно визначили, що борошно 70% молот.я обов'язково затримує ферментувальну силу дріжджів і що вона збільшується при наявності дуже висівкуватих частин. У перенесенні на ферментування тіста це повинно значить, що ферментувальна сила дріжджів у тісті залежить від молоття борошна.

Пекарям із практики добре відомо, що висівкуваті драні борошна сприяють доспіванню закваски. Виміряючи силу дріжджів за Гайдукком, цебто зферментовуючи 10 г дріжджів у 400 см³ 10% розчину сахарози при 32°, одержують у вимірюваній кількості утворюваної вуглекислоти ясне зображення сили ферментування дріжджів. Ця сила надто підвищується, якщо розтерти 10 г дріжджів з 10 г пшеничних оболонок і внести цю сумішку в розчин сахарози (табл. 1).

Таблиця 1.—Вплив степеня молоття.

Без додавання				Рід борошна	Степінь молоття	З додаванням		
№№	Розвиток вуглекис- лоти в см³ за					Розвиток вуглекислоти в см³ за		
	1/2 годин.	1 год.	1 1/2 годин.			1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.
1	19	138	340	Добірне	0—30%	19	69	108
2	90	293	634	Пшеничне борошно	0—60%	39	132	266
3	50	220	550	„ „	0—67%	42	140	278
4	30	227	505	„ „	0—70%	36	137	306
5	96	251	512	„ „	10—67%	91	236	403
6	42	276	637	Durum Clear . .	20—72%	110	415	527
7	35	202	450	Пшеничні висів- ки оболонок . .	—	69	430	765

¹⁾ „Fermentforschungen“, 1922, 6.

²⁾ Biochem. Zeitschrift, 1925, 43.

³⁾ Zeitschrift des Getreiderwesens, 1928, 85—90.

Причина криється в мінеральних солях, що є в оболонках, а саме у фосфорнокислих, що сприяють ферментувальній силі дріжджів,—це й було встановлено згаданими авторами.

Визначення сили ферментації за Гайдуком установлялося за кількістю вуглекислоти, що розвинулась у першу півгодину, в другі дві та третю півгодину, для порівняння—як з додаванням, так і без нього.

Визначення дає точну вказівку, що борошно низького молоття зумовлює значне скорочення утворення вуглекислоти, яке меншає з підвищенням ступеня молоття, а з висівками переходить у допомогу.

Таке показове відношення було в цілком попсованому борошні „Dugim Clear“, що мало 17° кислотности.

Не зважаючи на ясну зміну речовинного стану цього продукту молоття, яку, безперечно, супроводив рівнобіжний розпад білкової, неможливо було встановити чин токсамінів, що мусіли були дуже обмежити здатність ферментувати.

Отож, речовинна зміна продукту молоття, в наслідок надзвичайної кислотности, не завжди спричиняється при розпаді білкової до утворення дріжджевих отрут. Це видно з борошна № 1 та 2 таблиці 2; № 3 та 4 показують чин токсамінів.

Таблиця 2.—Вплив ступеня кислотности

Без додавання				Рід борошна	Кислотність за Кальнінгом	З додаванням		
№№	Розвиток вуглекислоти в см³ протягом					Розвиток вуглекислоти в см³ протягом		
	1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.			1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.
1	79	335	660	Пшеничне борошно 0—60%	8,6°	46	158	275
2	30	227	505	Пшеничне борошно 0,30%	13,1°	29	98	220
3	10	101	347	Пшеничне борошно 0,30%	15,2°	11	28	55
4	42	276	637	Жнива 1926. року Пшеничне борошно нормальне	4,9°	45	170	356
5	42	276	637	Пшеничне борошно кисле	11,2°	16	68	144

Борошно №№ 4 і 5 взято з одного посіву, але борошно 5 попсовано через несприятливе переховування.

Коли б поруч впливу, що затримує ферментацію, мав місце умертвлювальний чин декотрих продуктів розпаду білкової, то не було б спроможности з'ясувати, чому декотрі речовини, як от бобове борошно, що збільшують ферментацію дріжджів,—можуть цілком усунути вплив токсамінів.

Це доведено виконаними нами роботами. Ми обслідили вплив багатого на товщі борошна бобів сої та фаринети на ферментувальну

силу дріжджів і встановили дуже підвищення чинності дріжджів, що, як виявилось, разом із тим затримує чин токсамінів.

У таблиці 3 подано підсумки обслідування, одержані, коли додали 1 г бобового борошна до взятої для спроби сумішки з 10 г дріжджів і 10 г борошна.

Таблиця 3.—Вплив бобового борошна на ферментацію.

Без додавання				Рід додавання	З додаванням		
№№	Розвин. вуглекислота в см ³ протягом			Кількістю 1 г	Розвинена вуглекислота в см ³ протягом		
	1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.		1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.
1	42	276	637	Борошно бобів сої масне . .	183	720	1120
2	10	101	347	„ бобів сої масне . .	289	682	947
3	10	101	347	„ бобів сої, знетов- щене	289	682	950
4	108	326	630	Борошно фаринета	56	535	939
5	58	355	793	„ багате на токсаміни	14	54	104
6	58	355	793	Те ж борошно+борошно бо- бів сої	58	190	330

№ 5 показує міцний чин токсаміну, а № 6 — значне ослаблення міцного чину, що затримує ферментацію, через додавання борошна бобів сої. Слова Мавріціо¹⁾: „речовини бобового борошна, що протичинять дріжджевій отруті пшениці, містять у собі фосфатову кислоту“ — цілком правильно з'ясовують його чин. Стає зрозумілим чин багатих на фосфати пшеничних оболонок, — чин, що підсилює ферментацію. Можливо, що чин фосфатової кислоти бобового борошна сприятливіший, ніж фосфатскої кислоти пшеничних висівок.

Ми не включили в наші спостереження надто цікаве питання: „про вплив чинних, головне, в зерні, що проростає, ензим“. Виступна при проростанні зерна ензима діястази в присутності дріжджів чинить дужче, ніж самостійно. Розвиток діястази, своєю чергою, залежить від переходування зерна, — це точно встановлено висновками Віндіша та його співробітників у „Щоденнику броварства“²⁾.

Знайдено, що борошно, одержане з пророслої пшениці, більше, ніж борошно, одержане з нормальної, сприятливо впливає на ферментувальну силу дріжджів. З таблиці 4 бачимо, що при борошні з пророслої пшениці нормальний, що затримує ферментацію, вплив борошна значно знижується.

¹⁾ Maurizio.—Nahrungsmittel aus Getreide.

²⁾ Kiszka.—Einige Beiträge zur Kenntniss des Gasterbohnenmehles. Dissertation des Techn. Hochschule. München-Nürnberg 1912.

Таблиця 4.—Вплив діастази на проросле борошно

Без додавання				Рід борошна	З додаванням			
№№	Розвин. вуглекислота в см³ протягом				Проростання шось із	Розвинена вуглекислота в см³ протягом		
	1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.			1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.
1	35	143	471	Борошно 0—60% з пророслої пшениці . . .	15%	87	233	467
2	96	251	512	Пшеничне борошно 10—67%	10%	91	236	403
3	55	285	630	Манітоба 1 „Tough“ 0—65%	10%	105	310	515
4	32	206	510	Манітоба „Tough“ 0—65%	8%	133	225	460
5	42	176	637	Пшеничне борошно { Торговельна марка а	2%	30	155	192
6	42	276	637		Торговельна марка б	2%	37	157

Згідно з нашими висновками виявляється, що ферментувальна чинність дріжджів затримується теж нормальним пшеничним борошном. Можна довести, що декотрі продукти розпаду особливо допомагають затримувати ферментацію.

Таблиця 5.—Випробовування токсаміну

Без додавання				Походження борошна	З додаванням			Добуток тіста	Обсяг печіння при 400 г. в см ³
№№	Розвин. вуглекис- лота в см ³ протягом				Розвин. вуглекис- лота в см ³ протягом				
	1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.	М л и н и	1/2 год.	1 год.	1 1/2 год.		
1	52	315	615	Угорське	30	121	212	160	1050
2	28	188	505	Тюрінгенське	15	56	125	158	1000
3	65	298	530	Чеське	35	88	102	100	1000
4	52	315	615	Саксонське	32	122	227	159	980
5	52	315	615	З Пфальцу	45	160	218	160	990
6	28	188	505	Франкфуртське	26	236	363	158	970
7	37	198	520	Саксонське	35	96	184	160	960
8	25	315	615	Тюрінгенське	25	110	155	159	950
9	52	315	615	Ганноверське	40	124	215	156	950
10	37	198	520	Померанське	38	118	250	158	920
11	37	198	520	Ангальтське	62	117	241	158	910
12	37	198	520	Ельбське	59	120	255	158	900
13	28	188	505	Східньо-прусське . . .	22	96	164	158	900
14	28	188	505	Померанське	10	50	100	156	860
15	28	188	505	Шлезвіг-гольштинське	15	81	142	158	820
16	37	198	520	Баденське	52	130	277	158	810

Якщо приписувати виключно впливові токсамінів ненормально велике затримання ферментації пшеничного борошна, то подані в таблиці 5 підсумки досліджувань дали б своєрідне про те зображення. Виявилося, що дуже затримне борошно не дає властиво зниження хлібопекарських властивостей. При цьому підкреслюється, що псування цього борошна не може бути встановлено застосовуваними досі методами. Отже, мова була за борошно, що з погляду продовольчих вимог було цілком доброте.

Порівняння показує, що чин борошна, який затримує ферментацію, далеко не завжди відповідає малому здобуткові тіста або невдалому обсягові печінь. При цьому знову потверджується, що мова йде не за зіпсоване борошно.

Наші досліді не закінчені, але дають спроможність за допомогою випробування на токсаміни визначити степінь псування борошна.

Тим то продовження наших досліджувань має велике господарче значення.

На жаль, вельми важко одержати велику кількість зразків борошна, визнаних хеміками—на підставі теперішніх постанов про продукти живлення—за попсовані.

Декілька слів про один „практичний підручник“

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

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

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

Розділ перший цієї книжки, що трактує про будову зерна, цілком узятя з книжки проф. П. А. Козьміна „Мукомольно-крупянное производство“. Якщо конче потрібно було дати розуміння будови зерна, то не можна було обмежуватися лише будовою зерна пшениці. Книга призначена також і для робітників елеваторів, де перебуває сила зернових культур, і описання будови зерна ячменю, вівса, гречки, гороху тощо їм безумовно конче потрібне, як і хемічний склад їхній. Усього цього тут немає. Далі, в цьому ж таки розділі вага оболонки у зерні визначається $= 17,6 - 30\%$ від усієї маси зерна.

Якщо $17,6\%$ оболонки у зерні ще можна припустити, то 30% —цифра, перебільшена для нормально розвиненого зерна. Наш стандарт за минулі роки для житнього молоття з добуток борошна в 65% передбачає добуток висівок в 29% , але висівки не можна розглядати, як чисту оболонку.

Наприкінці книжки автори подають „таблицю хемічного складу різних частин зерна“, запозичену з „Учебника сельско-хозяйственной технологии“ проф. В. А. Вараксіна, де пересічно загальна кількість оболонки від ваги зерна дорівнює $14,35\%$. З одного боку, мінімум оболонки $17,6\%$, а з другого — пересічна величина $14,35\%$.

Тут же треба зазначити, що таблицю переписано з Вараксіна з усіма, що там є, помилками. Підсумовуючи хемічний склад зерна за оболонкою, зарідком і ядром, таблиця дає такий пересічний його склад: води $13,08\%$, білків $11,88\%$, крохмалю $62,91\%$, товщу $1,77\%$, клітковини $9,22\%$, попелу $1,12\%$. Звичайно, ні зерно пшениці, ні зерно жита не містять у собі клітковини $9,22\%$.

Проф. Вараксін у своїй книжці дає такий розрахунок хемічного складу оболонки за даними Жірара:

	Перикарпій	Перисперм	Ендоплем і клемберний шар	Усього
Вода	3,21	0,22	7,12	11,55
Клітковина	24,41	5,06	29,89	59,36
Нітратові речовини	2,41	1,25	15,31	18,97
Попіл	0,65	0,44	3,38	4,47
Товщ	—	—	5,60	5,60
Разом	30,98	7,67	61,30	99,95

Виходячи з цифри 59,36% і приймаючи кількість оболонки від ваги зерна = 14,35%, він знаходить, що кількість клітковини в оболонці відносно загальної ваги зерна становить 8,52%, а разом із клітковиною зарідку та ендосперма — 9,22%.

Прийнявши в округлих цифрах кількість зарідку в ‰ до ваги зерна 1,5, ендосперма 84%, оболонки 14,5% і розглянувши дані хемічного складу зерна, подані далі в таблиці, можна бачити, що максимальна кількість клітковини в зерні становить 2,57%.

Якщо припустити, що вся ця кількість клітковини припадає виключно на оболонку, то відносно оболонки вона становитиме щось із 18% — цифра перебільшена, тому що зародок і ендосперм так само мають декотру кількість клітковини.

Хемічний склад зерна пшениці

		Кільк. аналіза	Вода	Товщ	Нітри- тові реч- овини	Попіл	Вугле- водани	Клітко- вина
Товарове- дение О-ва Московских преподава- телей	Кеніг	948	13,4	1,8	12,0	1,8	68,7	2,3
	Озима пшениця . .	503	13,4	1,7	11,6	1,9	69,1	2,3
	Яра „	91	13,4	2,0	13,6	1,9	67,3	1,3
	Тверда „	239	13,4	2,0	12,7	1,8	68,4	1,7
	М'яка „	146	13,4	1,9	14,4	1,8	69,7	1,8
Д-р Смолен- ський	Радянська пшениця	45	11,92	1,63	17,13	1,99	65,15	2,18
Професор	Озима пшениця . .	—	13,35	1,85	12,05	1,78	68,66	2,31
	Яра „	—	13,35	2,0	13,6	1,94	67,3	1,81
	М'яке борошно . .	—	13,36	1,93	11,39	1,78	69,72	1,83
Вараксін	Тверда рогов. пшен.	—	13,35	2,07	12,68	1,79	68,42	1,69
	Радянська „ . . .	—	13,35	1,54	17,55	1,70	64,24	2,09
	Альмедінген	—	12,05	1,70	14,76	1,81	67,90	2,03
	Козьмін	117	11,21	1,92	8,19	1,93	74,17	2,57

Можна твердо сказати, що цифра 59,36%, подана проф. Вараксіним, для клітковини в оболонці безумовно далека від істини; таблиця, наведена автором наприкінці книжки, не вірна.

Хемічний склад оболонок насправжки мусить бути трошки інший. Якщо припустимо кількість клітковини до 15% (за Жісаром), води 11,55%, нітритових речовин 18,97%, попелу 4,47%, товщу 5,60%, — матимемо ще 44,41% розчинних вуглеводанів.

Цю кількість повинно віднести на частку геміцелюльоз, що в їхньому складі значне місце займають пентозани — ангідриди пентоз із загальною формулою $(C_5H_8O_4)_n$. Одну з пентоз — ксильозу (деревний цукор) можна здобути в значній кількості шляхом гідролізу з висівків. За даними, що є, в оболонках зерна пшениці кількість геміцелюльоз становить 56% клітинних стінок взагалі,

Далі, зміст попелу за таблицею дорівнює 1,12%, — це теж не вірно. Мінімальна цифра попільності зерна пшениці — 1,70%.

Розділ другий — визначення натуре зерна. Подано неповне описання берлінської пурки старого зразку і пурки Ісаєва, що вийшла в нас із ужитку. Описання метричної пурки нового типу, виготовлю-

ваної в Москві, В'ягці і т. ін., немає, тимчасом як вони всюди вж вводиться й частково ввійшла в практику хлібної справи.

Малої ризької пурки в книжці теж немає, а цей тип пурки й досі має ще широке застосування. На рис. 5 (стор. 8) показана берлінська, пурка. Рисунок не зовсім ясний, і робітник, незнайомий з конструкцією приладу, ледве чи зможе в ньому орієнтуватися. Автори, очевидно спустили з уваги, що головна палата міровивірча випустила описання нової метричної пурки, що дає конструкцію приладу в деталях з докладним довідником, як користуватися з неї.

На закінчення, до описової частини берлінської пурки, зазначається, що одержана вага (натурна) в грамах перераховується на відповідні одиниці (чверті в кг тощо). Уже минуло декілька років, як ми відійшли від чверти й перейшли на тонни й центнери (але автори вперто згадують старовину, виготовляючи вінігрет із чвертей та кілограмів).

Описання визначення питомої ваги зерна цілком не зрозуміле. Вуглець IV хлорид (чотирихлористий вуглець) треба виливати в якусь посудину грушкуватої форми (рисунок посудини не подано), наперед відміривши певну кількість його пікнометром. Чому пікнометром — невідомо. Пікнометри застосовують, щоб визначити питому вагу течива, а, щоб відмірювати течива, є вимірні колби, бюрети тощо. „Коли влито потрібну кількість вуглець IV хлориду, сюди ж таки висипають із маленького скляного циліндра 10 см^3 зерна. Все це добре збовтують і тоді з бюрети додають сюди ж так багато вуглеводню, щоб він наповнив скляний циліндр до червоної значки“. Можна запевнити авторів, що, приливаючи вуглеводень до червоної значки, вони питому вагу ніколи не визначать. Уважаємо, отже, за конче потрібне подати методику визначати питому вагу зерна, описану д-ром П. М. Нейманом.

Перш за все треба обидва течива — важке й легке — довести до температури 18°C . Осягається це тим, що в посуд з водою, в якому переходяться обидва течива, підливають або холодну, або теплу воду. При частих визначеннях одержується велика економія в часі, якщо в приміщенні, де переходяться прилади та де переводяться спроби, завжди підтримується температура 18°C . Посуд № 3 наповнюють важким течивом до значки.

За більшої точності відмірювання посуд цей має вузьку шийку. Долішній край опуклої поверхні течива мусить стояти на значці посуду. З посуду № 3 важке течиво переливається в робочий посуд № 1; при цьому треба стежити, щоб воно перелилося без залишку. Тоді наповнюють бюрету № 4 до горішньої нульової поділки легким течивом і, якщо робота не починається, зараз же закривають його затичкою. Після цього мірку № 2, що її місткість дорівнює 10 см^3 , заповнюють зерном, уводячи її в купку зерна, насипану на столі, — цим усувається добір зерна, навіть не умисний. Зрізавши зайві зерна з мірки, зсипають повну мірку зерна в посуд № 1 з важким течивом, у якому все зерно плаватиме на поверхні. Услід за тим починають по-

волі підливати в посуд № 1 легке течиво з бюрети № 4. Робочий посуд раз-у-раз закривається склянню затичкою й перевертається, щоб течива добре змішалися. Як буде наллято 5 см³ легкого течива, зерно починає осідати на дно посуду. До цієї кількості легкого течива можна працювати сміливо, не побоюючися попсувати спробу, але далі треба підливати легке течиво дуже обережно: заткнувши великим пальцем широку шийку бюрети, додають течиво через вузьку шийку потрошки, підіймаючи легенько великий палець. Робочий посуд після кожної порції доданого течива перевертається, щоб течиво добре змішувалося.

Осаджене зерно збирається в долішній частині посуду, витягненій і поділкованій. Позначають, яка кількість зерна осіла на дно, і записують, скільки було при цьому вилито легкого течива.

Щоб визначити пересічну питому вагу зерна, дають осісти половині взятого зерна, цебто 5 см³; при цьому треба стежити, щоб зерна спускались на дно поволі, намагаючися зіставатися нагорі. Коли буде досягнуто осад у 5 см³, треба посуд покрутити в прямовисному положенні навколо його прямовисної осі; при цім осяде на дно ще декілька зерен.

Коли осяде 5 см³ зерна, позначають, скільки см³ легкого течива відлито з бюрети, і, знаючи кількість обох течив, визначають пересічну питому вагу.

Як бачимо, приливання вуглеводню треба робити не до червоної значки, а різну кількість залежно від питомої ваги зерна.

Визначення смітних домішок у зерні викладено цілком незадовільно. Ледве чи самі автори могли зробити аналізу на засміченість за своїм описанням методики. Цілком не вказано, за якими групами розподіляти смітні домішки та чому їх треба розподіляти так, а не так.

У таблиці зерен бур'янів уміщено також ріжки і зану із зазначенням, що ці види „являють собою паразитичні потворні витвори“ і смердюча зана—пахуча. Та й тільки¹⁾.

Щоб виявити кукіль, автори пропонують збовтувати 2 г борошна, що містить у собі кукіль, з 20 см³ хлороформу. „При цьому кукіль збирається на поверхні у вигляді чорного шару“. У хлороформній спробі кукіль осідає на дно разом із мінеральною домішкою, і на поверхню спливають висівки й ріжки.

Тут же таки, у відділі зерен бур'янів, невідомо до чого, дається порада, як протруювати зерно від зани та як розпізнати протруєне зерно.

Мікроскопічне дослідження борошна за формами крохмальних зерен зовсім не потрібне, тому що за формою крохмальних зерен, особливо жито в пшениці і пшеницю в житі, а також ячмінь, розпізнати дуже важко. Ба й самі автори на стор. 15 заявляють:

¹⁾ Ріжки й зана є в переліку зерен бур'янів, що дається як оригінальний підручник Кальнінга.

„Особливо важка спроможність відрізняти поміж крохмальними зернами жито й пшеницю, тому що різниця між ними така мала, що при наявності їх у суміші одного з одним у борошні чи в хлібі не можливо якісно встановити належність кожного крохмального зерна жита або пшениці“. Питання, навіщо подавати методику способу, яким не можливо встановити наявності жита й пшениці в суміші?

Увведення в мікроскопічне досліджування хліба нічогісінько практичного не дає. Указується, що для „виявлення крохмалю служить розчин йоду в калій-йодиді. Солями заліза можна виявити танін; з розчином хлор-цинк-йоду можна виявити целюлозу й корок. Деревину виявляють за допомогою анілін-сульфату або флороглюцину з соляною кислотою. Щоб виявити білкові речовини, целюлозу, і щоб відрізнити живі мікроорганізми від мертвих, служать анілінові барвники“.

У яких концентраціях береться реактиви, як їх готується та як застосовується—невідомо, як невідомо, навіщо треба в хлібі шукати дубила й корок.

Мікроскопічну аналізу за д-ром Гертером радиться провадити так: „розтерти якнайтонше незначну кількість хліба на препаратному склі в краплі барвної суміші, виготовленій за д-ром Гертером“. Як виготовити барвну суміш—не вказано. Навіщо, взагалі, потрібен цей відділ, якщо, прочитавши його, ніхто не зможе однаково перевести мікроскопічне дослідження хліба?

Далі, не відомо, навіщо наводиться спосіб визначати картопляний крохмаль у хлібі, при чому читачеві знову радиться невідома барвна суміш Гертера¹⁾.

Наприкінці цього відділу йде описання способу визначати домішки за будовою оболонок зерен. Тут рекомендується для жита й пшениці дослідити їхні поперечні клітини. Дається сухе описання ознак поперечних клітин і ні однісінького рисунка, без котрих дослідження для новачка неможливе.

Потім, у кінці, розглядається ще таке каверзне питання: „якщо конче потрібно встановити, чи було додано, готуючи хліб, дріжджі, роблять так...“ Начебто у нас хліб випікають без дріжджів на пекарських порошках!

„Основні поняття неорганічної хемії“, „Вступ в органічну хемію“, „Будова білкових речовин“—всі ці відділи зайві. Для того, хто знає хемію, це взагалі непотрібне, а людина, що не знає хемії, почитавши зазначені уривки, нічогісінько не зрозуміє. По всій книжці порозкидані ці крайності: з одного боку, автори докладно зупиняються на елементарних поняттях обчислення відсотків, маючи на увазі, очевидно, читача без особливого готування, а з другого—дають складні формули (що можуть призвести цього ж таки читача до одчаю).

¹⁾ Підмішування картоплі до тіста буває, і, отже, викладання способу виявляти картопляний крохмаль не є некорисне.

Розділ третій—„Вступ“—дає загальне описання аналітичних терезів і нічого не говорить, як установити терези, урегулювати їхню чутливість, перевірити важки. Ці відомості конче потрібні, і без них той, хто починає роботу на терезах, працювати не зможе, а для того хто вміє, „вступ“ не потрібний.

Методика визначати вологість невірна по суті. Висушувати речовину рекомендується в сушильній шафі при 105°C протягом 2—3 годин. Оскільки нам відомо, при 105°C висушують відсипку або протягом 4-х годин, або до сталої ваги. Тут кожні 10—15 хвилин грають велику роль, впливаючи на наслідок визначення; автори ж допускають 2—3 години, цебто промежок в 1 годину вони не беруть на увагу. Це цілком неправильно й неприпустимо.

Щоб швидко визначити вологість, рекомендується Форнетів прилад, який не зручний до роботи й дає значний відхил.

Рисунок 10 зображає водночас Форнетів прилад двох конструкцій, і мимохіть читач вагається, дивлячись на рис. 10. Якщо дається методика Форнетову до першого приладу, нам здається, треба б було дати окремий рисунок приладу, а не примушувати фігуру 10 грати дві ролі.

Методу визначати вологість Держхлібінспекції в шафі Трінклерів, —методу, що є офіційна, зовсім не вказано.

При визначенні вологості хліба висушування триває при 105°C вже не 2—3 години, а 6 годин. Чому хлібові така перевага над борошном, нам не зрозуміло.

„Спосіб швидко визначати“ своєю суттю є спосіб Геннеберга й Штомана і не є швидкий, тому що кип'ятіння з сульфатовою кислотою, їдким натрієм, фільтрування та устоювання триває майже дві години, та й висушування клітковини до сталої ваги так само займає декілька годин. Спосіб виготовляти 5% розчин сульфатової кислоти і їдкого натрію тут не подається, а практично ці вказівки важливі й конче потрібні¹⁾.

Крім того, не вказано способу скласти прилад для фільтрування. Тільки коротенько згадується, що „більша частина води відсисається водоструминним смоком за допомогою запобіжного пристрою формою лійки, що її широку частину затягнуто шовковим ситом № 20 або якоюнебудь аналогічною тканиною. Пиптик лійки, через запобіжну колбу, злучається з водоструминним смоком. Але це не вірно. Пристрій формою лійки зовсім не грає ролі „запобіжного“, а це просто фільтрувальна поверхня, і затягати її ситом № 20 чи будь-якою аналогічною тканиною не можна, тому що і те і те пропускатиме дрібнісінькі частинки клітковини (особливо у вищих сортах борошна), та до того ж іще фільтрувальна поверхня швидко засмітиться і пере-

¹⁾ Треба зауважити, що описання визначення клітковини взято з оригіналу, де його і названо швидким. Швидших метод у практиці немає.

стане фільтрувати¹⁾. Звичайно по поперечнику лійки рекомендується накладати порцеляновий діркований кружок, обв'язаний якоюнебудь рідкою тканиною, а на платівку в кожному окремому випадку накладати ще круги фільтрувального паперу. „Пиптик лійки“ злучається (а це треба вказати) грубостінною гумовою трубкою з Бунзеновою колбою через трубку, а остання вже так само за допомогою грубостінної гумової трубки—з водоструминним смоком. Конче потрібно було подати складання приладу на рисунку.

Визначення товщу рекомендується переводити в екстракторі Сокслетовім, нагріваючи колбу в водяному ogrівнику на полум'ї газового пальника. Тепер, коли ми маємо змогу широко користуватися з електричних ogrівників, пропонувати газовий пальник, ба ще без захисної сітки, щонайменше, необережно. Цілком не звернено уваги, що етилевий етер є легкопальна й висадна в суміші з повітрям речовина, і при недогляді можуть бути нещасливі випадки.

Спосіб очищення етеру (це так само важливо) не вказаний.

Установлення титру сульфатової кислоти рекомендується робити за содою. Спосіб цей надто не вигідний, тому що вимагає попереднього очищення соди й великої обережності підчас важіння її, а це в умовах роботи наших лябораторій на підприємствах не завжди вигідно. Єсть хороший спосіб установляти титр сульфатової кислоти за десятиводним бораксом. Очищати боракс і робота з ним дуже проста.

Ще вигідніше встановлювати титр їдкового натрію за бурштиновою кислотою, а за розчином їдкового натрію установлюють титр сульфатової кислоти. Всі ці моменти дуже важливі в практиці лябораторної роботи і цілком не передбачені авторами.

Описуючи методику визначати тростининовий цукор, автори не вказали способу, як складати прилад для фільтрування з водоструминним смоком, а також як виготовляти лійку з азбестом і запобіжний хлипак Бунзенів. Єсть коротенька вказівка, що на платинову сітку в лійці „кладеться спочатку шар грубих волокон азбесту, а потім зверху дрібнісіньких волоконець, спеціально очищених“. Ані слова не сказано, як виготовити дрібноволоконистий азбест. Дрібненькі волоконця чомусь треба спеціально очищати, а великі, очевидно, очищення не потребують. І великий і дрібний азбест завжди очищають. Як очищати—цього не вказано.

Далі, в описанні Бертранового способу допускається в лійку під азбест підкладати скляну кульку, а за першим способом обов'язкова платинова сітка. І в першому і в другому випадках цілком допускається користуватися із скляного порошку, і рекомендувати платинову сітку, яка коштує не дешево, нема рації.

¹⁾ Фільтрування крізь сито № 20 рекомендується в оригінальному підручнику Kalning-a. Щодо проходження дрібних частинок клітковини крізь сито, то на це категорично вказується в роботі K. Katinsky, Z. für das ges. Mühl. 1926, 5.

Саме описання Бертранового способу викладено без деталей, відсутність яких позбавляє можливості провадити визначення.

Кип'ятити цукровий розчин (20 см³) у суміші з 20 см³ розчину мід'і-сульфату (синього каменя) і 20 см³ розчину Сегнетової соли треба з моменту початку кипіння якраз три хвилини, а не чотири хвилини, як указують автори книги. Бертранова методика дуже точна, і відхилитися від неї значить неправильно провадити всю аналізу. Доцільніш було б переписати описання цього способу з книжки проф. Дем'янова „Общие приемы анализа растительных веществ“, де його викладено прекрасно.

Розділ IV. Визначення тонкощів молоття.—Дані цілком не відповідають нашому стандартowi. Краще було б зовсім викинути розділ про тонкощі молоття, ніж давати свідомо неправильні відомості.

Розділ V.—Визначення змісту піску в борошні за хлороформною пробою не вірне. Крохмаль з хлороформом дає завжди каламуть, яка переходить з піском при його вилучанні; крім того, на дно подільчої лійки спускаються разом з піском різні органічні залишки. Тим то вилучений пісок завжди треба перемістити в порцеляновий бритваль і останній добре прожарити, а потім зважувати, а не просто випарити хлороформ висушуванням, а тоді зважити та й підрахувати.

„Визначення вугілля в денатурованих крупках за Мюллером“. З цією метою по 5 г обробленого кам'яним вугіллям зерна або борошна кип'ятять в ерленмайєрівській колбі протягом півгодини, а потім промивають гарячою водою“. З чим кип'ятять? Нічого ніяк не відомо.

Аналізу хліба недостатньо пророблено. Питання про пористість хліба цілком не зачеплено. Нічого не сказано за оцінку якості хліба. Методика визначення кислотности хліба (стор. 59) не відповідає методам, що їх застосовується в нас, і, звичайно, наслідки визначання кислотности будуть завжди відмінні від наших норм.

Гарячу воду для водної витяжки в нас не застосовується. У книжці ж дається описання способу кислотности в борошні за витяжкою з гарячою водою.

Взагалі треба сказати, що книжка в значній своїй частині цілком не задовольняє вимоги, що їх повинно поставити до „практичного підручника“.

Л. Сікорський

Бібліографія

Г. Кальнінг, д-р.—Анализ зерна и зерновых продуктов.

Москва. 1929 г. Госиздат.

Авторизований переклад книжки Кальнінга „Das chemische Praktikum des Müllers und Bäckers“ випущено р. 1929., і відозви про нього вже є, а все ж таки доводиться відзначити не висвітлені ще принципіально важливі моменти, які треба урахувати, випускаючи друге видання.

Коротенько формулюючи враження від даної книжки, можна сказати, що робота виконана поквапно й не уважно. Переклад має на увазі подвійну мету: 1) правити за посібник у виробничих лябораторіях і 2) правити за підручник для практичних робіт учнів спеціальних шкіл. Треба признати, що важливі недоліки, що є в книжці, надто утруднюють користування з неї як з погляду першого, так і другого.

Найширша частина в підручнику є виклад хеміко-аналітичних метод визначати складові частини зерна та його продуктів. Досить значне місце займають теж відомості з загальної та органічної хемії поряд аналітичних указівок загального характеру (з об'ємної аналізи). У даному розгляді порушуються майже виключно хеміко-аналітичний і педагогічний бік підручника.

В описанні визначення вологости (стор. 33) слід зазначити, що терезові скляночки мусять бути сухі (сушіння й охолодження у висушнику). Щодо часу сушіння продукту, то Кальнінг застосовує умовну методу—3 години при 105°C. Замість цього в перекладі подається невизначений час 2—3 години; це не припустимо, тому що 2 години—строк дуже малий, а наслідки 2 і 3-годинного сушіння непристайні один з одним.

В описанні визначення попільности (стор. 55) в оригіналі пропущено вказівку на готування бритваля до аналізу—прожарювання й 45-хвилинне охолодження його в охолоднику (ексикаторі) перед вагінням. Цей момент є важливий, і відповідну вказівку слід дати.

У визначенні клітковини (стор. 39) рекомендується сушити фільтр на годинниковім склі. Цю лаконічну вказівку оригіналу треба б було доповнити. Справа в тім, що висушений фільтр через надто велику гігроскопічність не можна важити на відкритому годинниковому склі, а конче потрібно прикривати його притертим склом, злучаючи обидва скла затискачем.

В описанні визначення товщу (стор. 40) закралось непорозуміння. Там є вказівка, що в паперовій гільзі важиться вже сухий продукт, який потім наново висушується. Ясно, що висушувати продукт треба, вже всипавши його в гільзу. Попереднє висушування цілком зайве, і, надто, воно утруднювало б можливість точно зважувати продукт (гігроскопічність). Там же таки обидві бічні трубки екстрактора названо сифонними (сифонна є тонка бічна трубка).

У рецептурі методи Кельдаля (стор. 47, 48) треба зазначити таке. В оригіналі дано описання клясичного способу із застосуванням меркурію (живого срібла). У перекладі застосовується, як каталізатора, тільки CuSO_4 . Між іншим, за таких умов реакція відбувається повільно. Далі, при відгоні амоніаку рекомендується додавати Zn —пил. Тут непорозуміння в оригіналі— Zn —пил служить для відновлювання амідних груп меркурій-амонійних сполук, а не для того, щоб запобігти поштовхам при кипінні. Застосовуючи саме тільки CuSO_4 , додавати Zn пилу буде цілком зайве. У приймач рекомендується брати $20 \text{ см}^3 \frac{\text{N}}{10} \text{H}_2\text{SO}_4$. Справа в тім, що в деяких випадках 20 см^3 буває мало, щоб увібрати всенький амоніак (висівки і кормове борошно). Слід брати $30\text{—}40 \text{ см}^3 \frac{\text{N}}{10}$ кислоти при відсипці щось з 1 г. В оригіналі береться 20 см^3 розчину значнішої міцності ($2,45\%$), тимчасом як $\frac{\text{N}}{10}$ розчин H_2SO_4 є $0,49\%$.

В описанні визначення діастатичної сили (стор. 55) невірний розрахунок кількості розчинного крохмалю (згідно з оригіналом). Тут категорично приписується брати точно 2 г сухого крохмалю, щоб виготовити 100 см^3 2% розчину. Крохмаль береться з примірною вологістю 15% , при цьому зазначається, що, щоб одержати 10 г сухого крохмалю, треба взяти 11,5 г вологого. Розрахунок же показує, що треба взяти 11,77 г, а не 11,5. Якщо міркувати аналогічно до взятого в книжці прикладу, то одержиться, що при вологості 35% треба буде взяти 13,5 г замість потрібних 15,4 г. Ясно, що за точність тут не може бути і розмови.

Визначаючи кислотність (стор. 59), слід розмежувати визначення кислотності в хлібі й борошні. Не можна рекомендувати запарювати 50 г борошна 200 см^3 гарячої води. За таких умов одержати борошняну витяжку не пощастить (кляйстер). Цей спосіб застосовується звичайно для хліба.

В описанні методи Bertrand-а (стор. 70) дано вказівку щодо розчину № 3: спочатку зазначено, що розчиняти треба в літрі води, а тоді—доводити загальний об'єм до літра. Правильне перше.

В описанні способу Еверсового (стор. 73) закралася прикра помилка: соляну кислоту треба брати 1% , а не 10% . Там же таки зазначається, що за виготовлення розчину кислоти мова мовитиметься в додатку, тимчасом цього додатку нема.

Переїдимо до педагогічного боку підручника.

У розділі про основні поняття загальної хемії (18 стор.) слід дати уявлення про сутність відносної атомної ваги — кількісне розуміння хемічного значка. Це важливо, оскільки посібника розраховано й на мало підготовлених робітників.

Трапляється теж і неправильна термінологія.

Приклади: не розмежуються поняття про хемічне рівняння (стор. 48, 53); Сегнетову сіль названо комплексною сіллю (стор. 68); описуючи устанавлення титру перманганату (стор. 70), говориться за оксидувальну силу щавелево-амонійної соли (це відновник); зауваження про глюкозиди (стор. 11). Далі (стор. 65), зазначено, що в літрі води є $\frac{1}{10\,000\,000}$ г йонів

$$\left(\text{замість } \frac{17}{10\,000\,000} \right).$$

У загальноаналітичній частині важливо таке. Говорячи за устанавлення титру, конче треба дати поняття про чинника ненормальности.

Розчин соди, якщо нема готового препарату, готують, виходячи з кислого карбонату, перелічивши його в безводну середню сіль за допомогою *прожарювання*.

При точному встанавленні титрів слід брати не менш як 25 см³ (але не 10).

Щодо перелічування, то воно подекуди незадовільне. Наприклад, на стор. 79 неправильно вказано, що вибілюється тільки низькосортове борошно, а борошно вищих сортів набуває неприємного вигляду. Справа в тім, що вираз „niedrig gezogenen Mehle“ перекладено: борошно вищих сортів (перші %/о добутоків). На тій же таки сторінці зауваження оригіналу про причини природного вибілювання борошна залежить від забарвлення масних кислот. Ясно, що в основному білий колір борошна зумовлюється крохмалем. Підчас вибілювання постає оксидация пігментів борошна. Масні кислоти жадного впливу на забарвлення борошна мати не можуть — їх нікчемна кількість, ба й ніякісінького забарвлювання вони в суті не мають. На стор. 94 (хлібопекарські порошки) вираз оригіналу „noch vorhandene unwirksame“ перекладено: „переважно нечинну“.

Друкарських помилок у власнім розумінні слова в книжці небагато, і вони, головню, цифрового характеру (напр., на стор. 42, 43, 45, 49 і т. ін.).

Б. Дмитрієв