

ЛЕКЦІЯ №5 ОЧИЩЕННЯ, СУШІННЯ ТА ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС

- 1. Заходи підвищення стійкості зернових мас під час зберігання.**
- 2. Технологія очищення зерна.**
- 3. Характеристика поточних технологічних ліній очищення зерна.**
- 4. Особливості технології очищення зерна окремих культур.**
- 5. Активне вентилювання зернових мас.**
- 6. Типи установок для активного вентилювання зерна.**
- 7. Технологія і режими активного вентилювання**

Література: 1. Г. І. Подпрятков, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. Зберігання і переробка продукції рослинництва 53-86

2. Подпрятков Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва 76-87; 104-116.

1. Заходи підвищення стійкості зернових мас під час зберігання

Для забезпечення стійкого зберігання зерна і зменшення втрат його (як за кількістю, так за і якістю) проводять певну технологічну підготовку зернових мас до тривалого зберігання:

- 1) підготовка току та сховищ до приймання нового врожаю;**
- 2) правильне визначення якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів;**
- 3) організація очищення, сушіння, знезереження;**
- 4) якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів;**
- 5) контроль за зберіганням та якістю проведення технологічних операцій.**

Необхідна матеріально-технічна база для доброякісного проведення післязбиральної обробки зернової маси — тік, сховища, автоваги, комплекс машин для очищення, сушіння та активного вентилювання зерна, ремонтна майстерня, службові приміщення, протипожежні засоби тощо.

До початку надходження на зерноочисний пункт зернових мас очищують склади, ремонтують техніку, проводять профілактичні заходи боротьби з комірними шкідниками, перевіряють наявність тріщин у дошках засік, підлозі та стінах.

Тік повинен мати як закрити, так і відкрити частини. Останню влаштовують з невеликим нахилом для забезпечення стоку дощової води. Розмір току залежить від кількості зернової маси, що надійде на тік. Автоваги встановлюють на підвищеному місці. Протипожежні засоби розміщують у зручному для їх використання місці.

Пункт для післязбиральної доробки зерна обладнують на певній відстані від відкритих водоймищ, очищають усю його територію від бур'янів, встановлюють місткості для зберігання смітних домішок.

Для визначення режиму післязбиральної доробки зернової маси кожен її партію під час надходження на тік аналізують за вологістю, смітністю і наявністю зернових домішок з визначенням якості та параметрів кожного компонента. За результатами аналізу роблять висновок про потребу в сушінні, тимчасовому консервуванні зерна, використанні певного набору робочих органів для розділення зернової маси на компоненти (зерно основне, дрібне, бите, смітні домішки сирі, легкі, мінеральні, зерна культурних рослин та ін.). Такий аналіз потрібний для того, щоб налаштувати зерноочисну машину так, щоб за один пропуск мати зерно потрібної якості. Це сприяє зниженню його травмування від пропуску через зерноочисні машини і знижує затрати праці та електроенергії на післязбиральну доробку.

Зернову масу, яка містить зернові та смітні домішки, очищають відразу після її надходження на тік. Тому ворохоочисників і машин для первинної обробки зерна має бути стільки, щоб їх годинна продуктивність дорівнювала або була більшою за годинну продуктивність комбайнів на збиранні врожаю.

Більш пізнє очищення завдає непоправної шкоди насінню чи зерну будь якого цільового призначення, особливо якщо зернова маса не суха або в масі сухого зерна є вологі компоненти. Така зернова маса швидко втрачає схожість уже в перші години її зберігання. Особливо часто втрачається якість зернової маси, яка надійшла на тік після обмолоту скошеного хліба на поворотах перед роздільним збиранням зернових культур, бо має вологість 30 % і більше.

Отже, післязбиральна доробка зернових мас включає сукупність технологічних операцій, які проводяться у післязбиральний період з метою підвищення їх стійкості та поліпшення якості. Цей процес досить відповідальний, оскільки є одночасно завершальним етапом виробництва зерна, а для насінного – ще й початком виробництва.

Первинне очищення (очищення вороху) має забезпечити повне видалення великих і дрібних домішок, а разом з ними і значної частини мікрофлори, особливо якщо домішки більш вологі, ніж основне зерно, а також забезпечити нормальний процес сушіння (шахтні сушарки не працюють, якщо зерно засмічене).

У сільськогосподарському виробництві застосовують кілька технологій післязбиральної обробки зерна, що залежать від кількості техніки, рівня оснащення машин та кваліфікації кадрів, які організовують післязбиральну доробку. Як правило, на практиці застосовують дві технології обробки зерна.

Перша технологія полягає в тому, що машини (особливо старі, що мають низьку продуктивність) використовують кожен окремо, внаслідок чого зерно перекидається багато разів і потрібна велика кількість обслуговуючого персоналу. Окрім цього, зерно під час зберігання між окремими обробками за відсутності належного контролю втрачає якість, стає нестійким за подальшого

зберігання. Як результат, близько 50 % витрат на виробництво 1 ц зерна становить вартість робіт, пов'язаних з післязбиральною доробкою зерна.

Друга технологія – поточна, коли за один пропуск виконуються всі операції для доведення зерна до потрібної кондиції. Залежно від зони зерноочисної лінії комплектують або не комплектують сушарками.

Для очищення зерна за будь-якою технологією потрібно проводити контроль за дотриманням послідовності проведення робіт:

- 1) попередній аналіз зерна та регулювання всіх робочих органів машин;
- 2) встановлення машин за допомогою ватерпаса (вздовж і впоперек);
- 3) перевірка відсутності вібрації;
- 4) встановлення захисних огорож та заземлення;
- 5) регулювання подачі зернової маси.

2. Технологія очищення зерна.

При очищенні зерна та насіння використовують їхні технологічні властивості: аеродинамічні, стан чи форму поверхні, геометричні розміри (довжина, товщина, ширина зерна), щільність, колір та ін. (табл. 7, 8). Процеси розділення компонентів зернової маси в зерноочисних машинах, як правило, відбуваються послідовно, паралельно чи комбіновано.

Компоненти, що різняться аеродинамічними властивостями (парусністю), виділяють за допомогою повітряного струменя горизонтального (машини первинного очищення) чи вертикального (в насінноочищувальних колонках, на сортувальних столах та ін.).

Таблиця 7. Фізико-механічні властивості зернової маси різних зернових культур (за В. В. Гортинським, А. Б. Демським, М. А. Борискіним)

Зернова маса культур	Розміри зерна, мм			Об'ємна маса, кг/дм ³	Коефіцієнт внутрішнього тертя	Шпаруватість, %
	довжина	ширина	товщина			
Пшениці	4,8 – 8,0	1,6 – 4,0	1,5 – 3,3	0,76	0,47	54,0
Жита	5,0 – 10,0	1,4 – 3,6	1,2 – 3,5	0,73	0,49	38,0
Вівса	8,0 – 18,6	1,4 – 4,0	1,0 – 4,0	0,45	0,51	68,0
Ячменю	7,0 – 14,6	2,0 – 5,0	1,2 – 4,5	0,65	0,51	47,4
Рису	5,0 – 7,0	2,5 – 2,8	2,0 – 2,5	0,52	0,51	49 – 56
Гречки	4,2 – 6,2	2,8 – 3,7	2,4 – 3,4	0,72	0,52	55,5
Кукурудзи	5,5 – 13,5	5,0 – 11,5	2,5 – 8,0	0,73	0,53	35 – 55
Гороху	4,0 – 8,8	4,0 – 9,0	3,0 – 9,0	0,83	0,55	—
Проса	1,8 – 3,2	1,5 – 2,0	1,5 – 1,7	0,85	0,52	30 – 50

Для нормальної роботи зерноочисних машин регулюють силу струменя повітря, періодично очищають фільтри та пилозбірники. При обробці вологого зерновороху швидкість повітряного струменя збільшують. Вертикально повітря подається у пневматичних сортувальних гірках, де воно надходить знизу під металеву сітку і розділяє зернову масу за щільністю та коефіцієнтом тертя.

На пневматичних сортувальних столах зернова маса, яка пройшла первинну обробку, розділяється на чотири фракції.

Перед початком роботи сортувальних столів потрібно перевірити цілість робочої сітки, кут поздовжнього ($5 - 6^\circ$) та поперечного ($2 - 3^\circ$) нахилу деки. На початку роботи встановлюють відповідну частоту коливання деки за рівномірним розміщенням зернової маси на її

Домішки зернової маси, які відрізняються від основного зерна геометричними розмірами (довжина, ширина, товщина), виділяються на решетах. Якщо в масі зерна злакових є компоненти, які різняться шириною, то їх можна виділити на ситах з круглими отворами; за товщиною – на ситах з довгастими отворами. Наприклад, насіння жита та пирію мало різняться за шириною і значно — за товщиною, тому його розділяють на ситах з довгастими отворами. На роботу решітного стану впливає частота його коливання, її збільшують при високій вологості та малій сипкості зернової маси.

Таблиця 8. Фізико-механічні властивості домішок
(за В. В. Гортинським, А. Б. Демським, М. А. Борискіним)

Домішки зернових мас	Розміри, мм			Щільність домішок, г/см ³	Маса 1000 зерен, г	Критична швидкість подачі повітря, м/с
	довжина	ширина	товщина			
Вівсюг звичайний	8,0 – 20,0	1,7 – 3,0	1,2 – 3,0	0,9 – 1,1	15,0 – 25,0	5,5 – 8,3
Гречка татарська	4,0 – 5,6	2,2 – 3,6	2,2 – 3,6	1,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,5 – 9,0
Кукіль звичайний	2,8 – 4,4	2,0 – 3,0	1,6 – 3,0	1,1 – 1,3	7,0 – 10,0	6,0 – 9,8
Ріжки	2,0 – 8,5	1,0 – 3,0	0,8 – 1,8	0,9 – 1,1	2,0 – 2,2	—
Редька дика	3,0 – 8,1	2,0 – 5,8	1,7 – 5,0	0,8 – 1,0	8,0 – 10,0	—
Гречка витка березковидна	2,0 – 3,6	1,6 – 2,8	1,6 – 2,6	3,0 – 1,3	2,0 – 6,0	3,7 – 7,4
Березка польова	2,4 – 4,3	1,4 – 3,4	1,1 – 2,8	0,97	10,0 – 11,1	4,6 – 8,0
Стоколос житній	7,0 – 10,0	1,7 – 2,0	1,5 – 1,7	0,3 – 0,4	6,0 – 8,0	—
Голівки осоту	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	0,74	0,37	—
Просо						
куряче	2,4 – 5,0	1,2 – 2,6	0,7 – 2,0	0,8 – 1,2	1,5 – 2,0	2,5 – 6,5
рисове	3,0 – 3,5	2,0 – 2,5	1,2 – 2,0	1,1 – 1,2	4,0 – 3,0	—
Волошка синя	2,3 – 3,0	1,2 – 1,7	0,8 – 1,2	—	4,0 – 5,9	4,2 – 6,5
В'язіль	4,0 – 8,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,2	—	—	—
Осот польовий	2,5 – 3,5	0,8 – 1,5	0,4 – 0,9	—	0,37	—
Пелюшка	4,8 – 8,0	4,5 – 8,0	3,2 – 8,0	—	—	11,0 – 16,0
Пирій повзучий	6,0 – 12,5	1,4 – 2,4	0,6 – 1,6	—	4,0 – 5,0	4,8 – 7,2

Компоненти зернової маси з різною довжиною розділяють на дискових або циліндричних трієрах. На вівсюжних трієрах короткі зерна (домішки), потрапляючи в комірки решета, піднімаються в них на більшу висоту і випадають у лоток, а довгі — виводяться сходом по циліндру. На кукільному трієрі навпаки. Для якісної роботи трієра регулюють положення крайки лотка й аналізують вихід зерна.

Лоток починають регулювати з крайнього верхнього чи нижнього положення, поступово опускаючи чи піднімаючи його та контролюючи чистоту виходу насіння.

Трієрні циліндри можуть працювати за схемою одинарної чи подвійної дії, коли ставлять відповідно однакові чи різні циліндри.

Під час встановлення трієрів треба обов'язково перевіряти горизонтальність рами, правильність розмірів отворів решіт. Наприклад, для пшениці при видаленні коротких домішок діаметр отворів становить 5,0 і 5,6 мм, довгих — 8,5 та 9,5 мм. Частота обертів трієрних циліндрів для пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки дорівнює 40 – 45, для проса 30 – 40 за хвилину. Дискові трієри бувають вівсюжні або кукільні і різняться розмірами комірок.

За станом поверхні і формою зерна і насіння (гладеньке, бугристе, шорстке, опушене, пористе; плоске, довгасте, тригранне або кулясте) зернову суміш розділяють на фрикційних (гірках) та гвинтових сепараторах.

Первинне очищення зерна проводять на трирешітних машинах, принцип роботи яких, залежно від призначення, ґрунтується на комбінованій дії повітряного потоку та решіт.

Для вторинної обробки зерна використовують трієрні машини, в яких виділяються компоненти смітної та зернової домішок. На них обробляють зерно основної культури з домішками, які неможливо виділити робочими органами машин первинного очищення, та відділяють малоцінні насінини основної культури. До таких машин належать СМ-4, СВУ-5А, машини фірми «Петкус» (К-545А, К-547А10, К-546, К-548) для очищення насіння трав. Машини виробництва Німеччини мають більшу продуктивність, тому що оснащені трьома решітними станами та вентилятор великої потужності.

Основні етапи очистки зерна

Основні етапи очищення	Характеристика	Обладнання
1. Попередня очищення вологість до 40%, вміст смітєвих домішок 20%, соломи - не більше 5%	Допоміжна операція для сушіння: виділення, соломи та великих смітєвих домішок до 50% підвищення сипкості	ОВП-20А; ОВС-25; БЗ-50; К-527А
2. Первинне очищення вологість до 18%, вміст смітєвих домішок не більше 8%	Виділення домішок і сортування на основну і фуражну фракції після сушіння	СМ-4, СВУ-5А, МЗП-50, «Алмаз»
3. Повторне очищення смітєвих домішок не більше 3%	Виділення домішок і сортування на чотири фракції	“Петкус” (К-545А, К-547А10, К-546, К-548)

3. Характеристика поточних технологічних ліній очищення зерна

Процеси розділення компонентів зернової маси в зерноочисних машинах, як правило, відбуваються послідовно, паралельно чи комбіновано.

Для очищення зерна використовують або окремі машини, або поточні технологічні лінії.

Поточні лінії поділяють на:

1. Зерноочисні агрегати вороху (ЗАВ), які використовують переважно в південних областях, де на післязбиральну доробку надходить зернова маса вологістю до 16 %.
2. Зерноочисно-сушильні комплекси (КЗС) – у господарствах лісостепової та поліської зон.
3. Спеціальні лінії.

Характеристика ЗАВ. Зерноочисний агрегат вороху складається з будівельної частини, металевої арматури та машин і обладнання. До будівельної частини входять: приймальне відділення зерна, приямок норії, фундамент під опору блоків бункерів, майданчик для авторозвантажувача, пандус для заїзду автомобіля на авторозвантажувач. Металева арматура – це майданчик, на якому змонтовано всі машини й обладнання. Під ними розміщений блок бункерів так, щоб під кожен бункер міг під'їжджати автомобіль для вивантаження з нього зерна (з бункерів).

Машини й обладнання складаються з авторозвантажувача 1, завальної ями 2 та норії 3 (ковшовий конвеєр для вертикального переміщення зерна), повітряно-решітних машин 4, трієрних блоків 4, централізованої повітряної системи 6, бункерів для зерна та відходів 7, зернопроводів, пульта керування 8 (рис. 10).

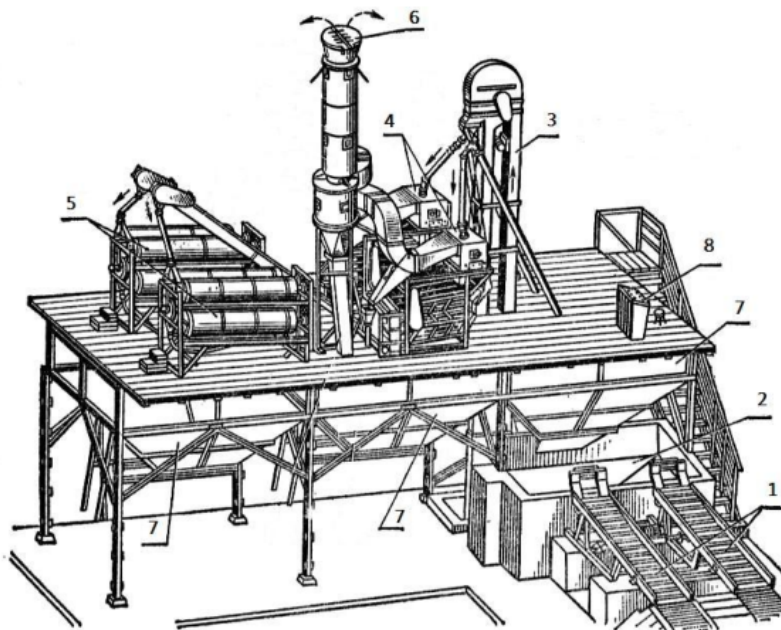


Рис. 10. Технологічна схема зерноочисного агрегату вороху ЗАВ-20

Авторозвантажувачі (ГАП-2Ц або ГУАР-15) розвантажують автомобіль за допомогою двох гідроциліндрів та перевертального механізму (МАЗ-203).

Норії бувають одно- чи двопоточні (останні забезпечують подачу зерна на дві лінії або роботу з двома культурами). Вони різняться розмірами та способами регулювання натягування стрічки конвеєра. Норія має автомат для закривання заслінки в нижній її частині. Автомат приєднаний до загальної електричної схеми агрегату і працює так: при вмиканні електродвигуна норії струм подається на електромагніт і якір втягується в котушку та переміщує гальмівну стрічку.

Централізована повітряна система має електровентилятор, відцентровоінерційний відокремлювач домішок, раму, комплект повітропроводів, розтруб з покрівлею і труби. Використовується ця система для створення повітряного струменю в робочих каналах зерноочисних повітряно-решітних машин, в яких немає вентилятора (ЗАВ-10 і ЗАВ-20), а також для вловлювання пилу в закритій частині агрегату. Всі домішки потрапляють спочатку в конічний відстійник, потім через випускну трубу – в бункер відходів, а повітря, що пройшло крізь жалюзі, – в атмосферу. Різні централізовані повітряні системи відрізняються одна від одної лише комплектами повітропроводів, продуктивністю та розмірами вентилятора і відділювача домішок. В агрегатах ЗАВ-25 та ЗАВ-40 вітрорешітні машини мають свої вентилятори, тому аспіраційна система в них працює тільки для виділення пилоподібних та легких домішок з повітря.

Технологічна схема зерноочисних агрегатів вороху має вертикальну конструкцію. Зерно із завальної ями подається норією на другий поверх і з головки норії самопливом надходить у розміщені на цьому поверсі зерноочисні машини, а з них системою конвеєрів – в трієри, з трієрів – у бункери. В зерноочисній машині виокремлюються легкі домішки, а зерно розділяється на три фракції: велике, середнє та дрібне (зерновідходи). Якщо у великому зерні є довгі домішки чи биті зернини, які відділяються важко, то його спрямовують у трієри, а звідти – в бункер для основного зерна та зерновідходів для розділення фракцій зернової маси.

Керування робочим процесом здійснюється з дистанційного пульта, на якому передбачено систему блокування та сигналізації. Блокування відбувається між окремими машинами, що дає змогу у разі аварійного чи випадкового відключення однієї з них вимкнути попередню за технологічним процесом машину, чим забезпечується надійний захист обладнання від завалів зерном та створення аварійних ситуацій. Сигналізація полегшує спостереження обслуговуючого персоналу за технологічним процесом та роботою обладнання.

Агрегат може працювати за трьома схемами.

Схема 1. Зерно очищається від легких, великих, дрібних, довгих чи коротких домішок. Одночасно працюють повітряно-решітна машина і трієрний блок. Завантаження норії регулюється заслінкою вікна її нижньої частини (башмака). Аспіраційні канали первинного очищення виділяють з вороху легкі домішки, після чого ворох подається на решітний стан. Запорошене повітря через повітропровід надходить у відцентрово-інерційний повітроочисник централізованої

системи, де домішки залишаються в осаджувальному конусі і через клапани виводяться в секцію відходів, а очищене повітря вентилятором викидається назовні. На решітному стані виділяються великі і дрібні домішки та щупле зерно. Очищене зерно спрямовується у поперечний шнек передавального конвеєра і далі в трієрний блок, який за очищення продовольчого зерна настроюють на паралельну роботу, а за очищення насінного – на послідовну. Для очищення насінного зерна уточнюють підбір решіт, вдвічі зменшують продуктивність блока і заново регулюють аспіраційну систему.

Схема 2. Цією схемою (робота без трієрного блока) користуються тоді, коли зернова маса не містить довгих та коротких домішок. При цьому схему клапанів трієрного блока регулюють так, щоб зернова маса проходила через нього так само, як і по зернопроводу, потрапляючи в бункер для чистого зерна.

Схема 3 – налагоджувальна. На практиці інколи виникають ситуації, коли потрібно запустити будь-яку машину без блокування її з рештою обладнання для перевірки справності.

Характеристика зерноочисно-сушильних комплексів (КЗС). Комплекси КЗС комплектують шахтними (КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-25Ш, КЗС-40Ш, КЗР-5) або барабанними (КЗС-10Б, КЗС-10Б2, КЗС-20Б) сушарками. Все обладнання комплексів монтують у будівлях з каркасом з металевої арматури. Коли сушать зерно пшениці, продуктивність комплексів КЗС-10Б і КЗС-10Ш становить 8 т/год, КЗС-20Ш, КЗС-20Б, КЗР-5 – до 16, КЗС-25 – до 20 т/год, а коли лише очищають – відповідно 10, 20 і 25 т/год.

Базовою моделлю КЗС є комплекс КЗС-10. Комплекс КЗС випускається в трьох модифікаціях: на базі однієї барабанної сушарки СЗСБ-8 (КЗС-10Б); на базі однієї шахтної сушарки СЗШ-8 (КЗС-10Ш); на базі двох барабанних сушарок ЗСПБ-4 (КЗС-10Б2).

До складу КЗС такої самої продуктивності, як і ЗАВ, додатково входить машина для попереднього очищення зерна, замість однопоточної норії – двопоточна з двома циклами (тільки для очищення зерна або для очищення зерна і подачі його в сушарку) та завальна двосекційна яма.

Технологічна схема роботи КЗС-20 Ш така: з приймального бункера завальною норією 1 ворох подається в машину для попереднього очищення 2, а далі зерно, якщо воно сухе, спрямовується на другу секцію завальної норії, а потім – на вторинне очищення 3.

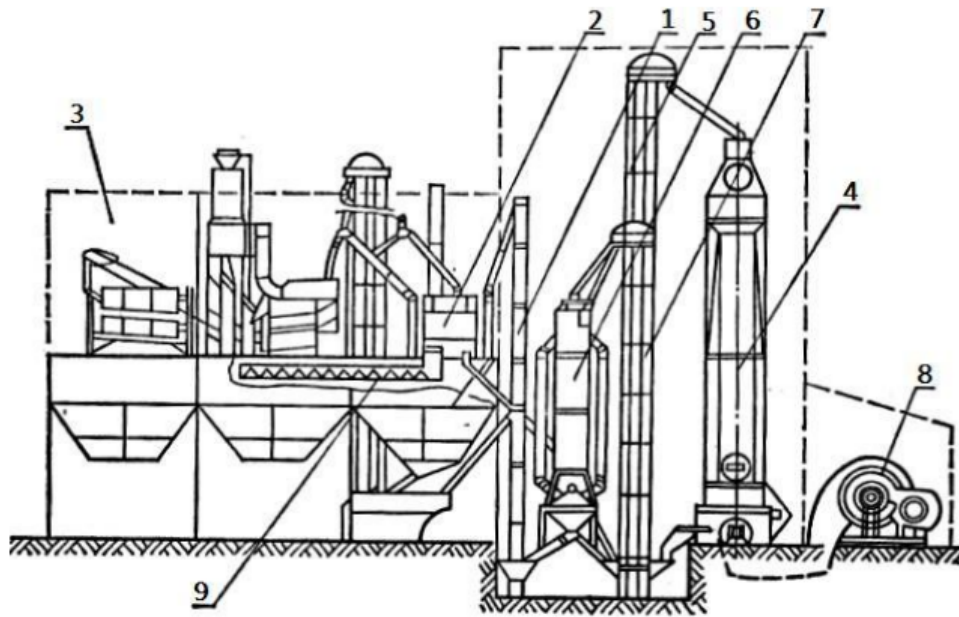


Рис. 11. Технологічна схема зерноочисно-сушильного комплексу КЗС-20Ш

Вологе зерно після попереднього очищення надходить у сушарку 4, а потім – на вторинне очищення. В технологічному процесі очистки та сушіння зернового вороху беруть участь норії 5, 7, охолоджувальна колонка 6, топка 8, шнек вивантаження зерна 8.

4. Особливості технології очищення зерна окремих культур.

Післязбиральна обробка зерна тієї чи іншої культури залежить як від його фізичних особливостей, так і від складності видалення з нього окремих домішок.

Очищення зерна злакових культур. Насіння татарської гречки із зерна пшениці видаляють на решетах з довгастими отворами завширшки 2 мм з наступним пропусканням на кукільних трієрах з діаметром отворів у циліндрах 5,5 мм. Робочі крайки лотків встановлюють у нижнє положення. Насіння амброзії трироздільної з насіння пшениці та ячменю видаляють на ситах з довгастими (завширшки 3,5 – 4,5 мм) або круглими (діаметр 4 – 6 мм) отворами та на вівсюжних трієрах (діаметр комірок у циліндрах 8,5 мм). Швидкість повітряного потоку під час очищення 8,5 – 9 м/с. При потребі додатково регулюють нахил лотків трієра.

Насіння дикої редьки із зерна жита видаляють, застосовуючи решета з довгастими отворами завширшки 2,2 мм і трієри з діаметром комірок у циліндрах 8,5 мм. Так видаляють до 80 % насіння дикої редьки.

Насіння вівсюга із вівса видаляють фрикційними сепараторами (трієрами ТФ-600), робоча поверхня яких вкрита байкою або полотеними гірками ОСГ-1,2.

У воросі проса вологість окремих компонентів неоднакова, тому його треба негайно підсушити. З домішок у масі проса переважають квіткові плівки, які, як і дрібне насіння бур'янів, дуже гігроскопічні.

На травмованих (шеретованих) зернах швидко поселяються плісневі гриби, підвищується інтенсивність дихання зернової маси, тому великі партії проса

обробляють хлорпікрином (при вологості зерна 19 % витрачають 200 г/м³, що є одночасно ефективним заходом боротьби із шкідниками).

Качани насінної кукурудзи краще збирати без обмолочування. Вологість зерна у них не повинна перевищувати 25 %. Післязбиральну обробку кукурудзи в качанах починають з очищення їх від обгорток і негайного сушіння. Сушити качани кукурудзи слід до вологості 18 – 19 %, яка забезпечує найменшу травмованість зерна. Приблизно половину травм зерну завдають транспортувальні та навантажувально-розвантажувальні машини.

У зерновій масі кукурудзи, що надійшла з поля у вигляді вороху, за нормальних умов обмолоту зерно основної культури має вологість 18 – 19 %. Зернову масу обробляють на ворохоочисниках та сепараторах ЗСМ-50, ЗСМ-100 або ЗС-50. Одержану фракцію основного зерна сушать на сушарках шахтного типу, після чого виділяють зернові домішки та биті зерна, подаючи в сепаратори великий потік повітря (12 – 15 тис. м³/год) із швидкістю 8 – 9 м/с. Для першого очищення на сепараторах встановлюють сортувальні решета — розміром отворів 12 – 14 мм, а для другого 10 – 12 мм (відповідно розмір отворів підсівних решіт 2 і 4,5 – 5 мм) з тим, щоб за другого пропуску відібрати крупніше насіння, видаляючи дрібне, тоді як під час першого очищення видаляються лише домішки.

Особливості очищення зернової маси рису та сорго полягають у тому, що після збирання їх внаслідок нерівномірного дозрівання зерна у волоті є велика кількість недозрілих зерен, які зовні не відрізняються від дозрілих, тому навіть після очищення потрапляють на зберігання. Збиральна вологість дозрілого зерна сорго становить не менш ніж 30 %, рису — 20 – 25 %. Зерно рису дуже травмується. Починається його травмування ще в полі при висиханні та збиранні внаслідок важкообмолочуваності, після чого на ньому утворюються тріщини. Тому для збирання рису використовують двобарабанні комбайни. Вологий ворох рису, що надходить від комбайнів, має високі вологість та інтенсивність дихання. Якщо зернову масу насипають товстим шаром, вона швидко зігрівається і вже на першій стадії самозігрівання відбувається реакція меланоїдиноутворення, яка призводить до появи пожовтілих зерен, внаслідок чого отримують рису нижчого сорту. Тому післязбиральна обробка зерна рису полягає в негайному висушуванні до базисної вологості або постійному вентильованні зернової маси для її охолодження чи відведення теплоти, яка перешкоджає самозігріванню.

Очищення насіння олійних та інших культур. Ворох соняшнику починають очищати на машинах ВО-50. Він надходить на післязбиральну обробку засміченим і вологим, тому кут природного схилу насіння становить понад 50°, що свідчить про погану сипкість. Великий коефіцієнт тертя насінин потребує використання широких отворів і великого кута нахилу самотічних труб. Великий вміст олії в насінні соняшнику є причиною його низької швидкості падіння (4 – 8 м/с, тоді як у пшениці 9 – 11,5 м/с). Тому швидкість струменя повітря як при очищенні, так і при сушінні насіння соняшнику має бути меншою, ніж при сушінні зерна пшениці.

Насіння соняшнику сушать, зважують і відправляють на склад чи в надсепараторний бункер для зберігання до початку подальшого очищення.

Після очищення вороху насіння соняшнику розділяють на чотири фракції. У першій крупній фракції насіння коротких домішок не міститься, тому в трієрах його не обробляють, а очищають від пошкоджених, зіпсованих насінин на сепараторах типу БАС. Другу, третю й четверту фракції обробляють паралельно в трьох трієрах з діаметром отворів у барабанах 8,7 – 9 мм. Вологість насіння соняшнику, за якої воно добре зберігається, становить 6 – 7 %. Особливістю післязбиральної обробки насіння соняшнику та інших олійних культур є те, що їх збирають або на початку осені, або наприкінці літа, коли значно збільшується кількість опадів. У вологому насінні олійних культур самозігрівання відбувається швидше, ніж у насінні зернових, оскільки при окисленні олії виділяється більше теплоти, ніж при окисленні крохмалю.

На збереженість насіння олійних культур впливає також вміст у воросі битого та облущеного насіння, яке швидко пліснявіє, в нього пошкоджується зародок, розкладається олія, і воно стає гірким. Тому при очищенні вороху олійних культур насамперед необхідно видалити недозріле й бите насіння.

Ворох багаторічних трав як об'єкт післязбиральної обробки характеризується такими особливостями: має велику вологість, містить значний процент домішок і невимолочені суцвіття. Тому ворох насіння конюшини і люцерни відразу після збирання підсушують. Для цього найдоцільніше використовувати конвеєрні та карусельні сушарки або установки для активного вентилявання. Після підсушування ворох (з великою кількістю невимолочених суцвіть) подають на конюшинотерку або пропускають через комбайн, а ворох вівсяниці польової та грятиці збірної після просушування пропускають через терку.

При обробці насіння конюшини та люцерни трієри вимикають, а тимोфіївку обробляють на машинах з трієрами (діаметр отворів у барабанах 1,5 – 4,8 мм) для видалення насіння щавлю, свиріпи, зірочника, ромашки, осоту, лободи та інших бур'янів.

Післязбиральна обробка вороху льону-довгунця полягає у висушуванні його на карусельних чи конвеєрних сушарках, оскільки ворох має вологість до 60 % та містить невимолочене (в коробочках) насіння. Крім того, насіння льону завжди буває недозрілим і має вологість 30 – 45 %. Воно дуже крихке: сире розплющується під час післязбиральної обробки, а сухе розколюється або від нього відколюються невеликі шматочки, що значно знижує його схожість. Ворох льону висушують до вологості насіння 18 – 19 %, обмолочують на стаціонарних комбайнах чи льономолотарках. Обмолочене насіння очищають на сортувальних столах і гірках.

5. Активне вентилявання зернових мас.

Активне вентилявання зернової маси полягає у примусовому її продуванні атмосферним повітрям. Його проводять для збереження якості сирого і вологого зерна, запобігання розвитку плісені та шкідників хлібних запасів. В окремих випадках його застосовують для прискорення процесу післязбирального дозрівання,

вирівнювання температури і вологості зернової маси. Під впливом активного вентиляювання змінюється повітря в міжзернових проміжках насипу.

За інтенсивністю та характером руху повітря в насипу розрізняють вентиляювання пасивне й активне, безперервне й переривчасте.

Пасивне вентиляювання, або провітрювання, зерна характеризується малим повітрообміном. Повітря в насипу переміщується переважно через його різну щільність, різницю температур, виникнення або посилення протягів через відкриті двері сховища. Таке вентиляювання малоефективне і не забезпечує збереженості зерна.

Активне, або примусове, вентиляювання зерна характеризується інтенсивним повітрообміном у насипу. Його проводять за допомогою установок, обладнаних вентиляторами. Буває безперервним і переривчастим. За переривчастого вентиляювання період активного продування насипу чергується з періодом зберігання зерна без продування. Це вентиляювання є технологічно перспективним для економії електроенергії та витрат на обробку зерна.

Активне вентиляювання зерна використовують з профілактичною метою або для охолодження насипів, їх проморожування, сушіння, дегазації, ліквідації самозігрівання, прогрівання насіння перед сівбою тощо. Режими його залежать від подачі повітря, його температури і вологості, тривалості продування, висоти (товщини) зернового шару.

Профілактичне вентиляювання застосовують для збагачення киснем повітря міжзернового простору, вирівнювання температури і вологості в зерновому насипі, ліквідації комірною запаху, зберігання життєздатності насіння, запобігання виникненню осередків самозігрівання та ін. При цьому питома подачу повітря невелика — 30 – 50 м³ /т за годину. Його здійснюють періодично, враховуючи температуру і вологість навколишнього середовища і температуру та вологість зерна. Профілактичну обробку сухого зерна і зерна середньої сухості проводять після 1 – 3 міс зберігання.

Вентилювання для охолодження зерна. При зниженні температури зерна від плюс 10 °С і нижче у ньому значно гальмуються всі фізіологічні та мікробіологічні процеси. Насипи з такою температурою вважають охолодженими і такими, що мають підвищену стійкість при зберіганні. Спочатку зернову масу охолоджують, використовуючи нічні пониження температури повітря, потім проводять більш глибоке повторне охолодження. Для охолодження сухого зерна і зерна середньої сухості питома подача повітря має становити 50 – 80 м³ /т за годину. Загальні його витрати залежать від стану зернової маси. Як правило, для доведення зернової маси до встановлених норм витрачається 1800 – 2000 м³ повітря на 1 т зерна.

Вентилювання для проморожування зерна. Температуру зерна знижують до мінусових значень. Зерно після цього перебуває в анабіозному стані, тобто воно має досить низький рівень життєдіяльності. Процеси обміну речовин і дихання в проморожених насипах знижуються до мінімуму, внаслідок чого сапрофітні мікроорганізми не розмножуються і частково гинуть. Дозріле сухе насіння, проморожене до температури мінус 25 °С, повністю зберігає свої властивості і не

втрачає здатності до проростання. Тривалий вплив такої температури не погіршує технологічних властивостей зерна з підвищеною вологістю, яке призначене для продовольчих та інших цілей.

Вентилювання для сушіння зерна і насіння проводять у камерних сушарках заводів, у сховищах, обладнаних відповідними установками. Так, для уникнення травмування насіння сирій кукурудзи при обмолочуванні качанів їх спочатку сушать, вентилюючи в насипу, а потім обмолочують. Щоб не допустити або звести до мінімуму травмування насіння бобових, соняшнику та деяких інших культур, його також часто висушують у насипу вентиляванням. Зерно під впливом теплового атмосферного або трохи підігрітого повітря сохне повільно, оскільки температура повітря становить 15 – 25 °C і питома подача його порівняно невелика (до 200 м³ /т за годину). Тому для прискорення сушіння і скорочення його тривалості повітря нагрівають до 35 – 50 °C і збільшують питому подачу до 500 – 600 м³ /т за годину.

Вентилювання насінного зерна. Для прискорення післязбирального дозрівання і підвищення енергії проростання та схожості свіжозібраного недозрілого насіння його вентилюють. Крім того, у процесі тривалого зберігання насіння періодично вентилюють для збереження його життєздатності. Часто для забезпечення тривалого зберігання насіння охолоджують або проморожують, а після зимового зберігання перед сівбою його прогрівають у полі трохи підігрітим або теплим весняним повітрям. Як уже зазначалося, під час зберігання насіння дихає, виділяючи теплоту, вологу і вуглекислий газ. Як живий організм воно гине в безкисневому середовищі. Активне вентилявання насипу освіжає повітря міжзернових просторів, збагачує його на кисень, зберігає життєздатність насіння.

Вентилювання для ліквідації самозігрівання застосовують для швидкого охолодження зерна. Його проводять у будь-який час доби незалежно від погодних умов. Закінчують вентилявання при повній ліквідації осередку самозігрівання. Для подальшого підвищення стійкості під час зберігання зерно сушать і надалі контролюють його стан.

Вентилювання для дегазації зазвичай проводять у теплі весняні дні. При цьому немає потреби перемішувати зерно. Тривалість такого способу вентилявання залежить від повноти дегазації, яку контролюють за кількістю залишку фуміганту в зерні. Отже, **активне вентилявання в процесі приймання, обробки та зберігання зерна дає змогу:**

- оперативно й ефективно запобігати самозігріванню та погіршенню якості свіжозібраного й просушеного зерна, вирівняти його температуру і вологість;
- прискорити післязбиральне дозрівання свіжозібраного недозрілого зерна, поліпшити його продовольчі та насінні якості, зберегти життєздатність зерна і насіння при тривалому зберіганні;
- поліпшити насінні якості зерна весняним прогріванням насипу перед сівбою;
- охолоджувати і проморожувати зерно, тобто ефективно боротися із шкідниками хлібних запасів на всіх стадіях їх розвитку, перешкоджати

розвитку мікрофлори і плісені, скорочувати втрати зерна внаслідок зниження енергії дихання, травмування і розпилення;

- скорочувати витрати на обробку і зберігання зерна, механізувати та автоматизувати процеси контролю й обробки насипу.

6. Типи установок для активного вентиляювання зерна.

Для активного вентиляювання зерна використовують вентиляційне обладнання різних конструкцій. Кожна установка складається з одного або кількох вентиляторів з електродвигунами, системи підвідних і розподільних повітропроводів та каналів. Використовують установки: стаціонарні із влаштуванням постійних каналів у підлозі складу або майданчика; підлогові переносні, що мають систему переносних повітророзподільних решіток, які кладуть у певному місці на підлогу складу чи майданчика; бункери і силоси; трубні пересувні.

Найпоширенішими серед стаціонарних вентиляційних установок є СВУ-1 і СВУ-2. Установку СВУ-2, яка складається з магістральних каналів, накритих дерев'яними щитами, в типовому зерновому складі розмішують на його підлозі. Магістральні канали по всій довжині мають ширину 40 см, а глибина їх для забезпечення рівномірного розподілу повітряного потоку поступово зменшується від 50 до 7 см. Відстань між осями сусідніх каналів 3,1 – 3,2 м. Кожні два канали з одного боку попарно поєднані та приєднані до вентиляторів. Кожна пара поєднаних каналів називається секцією.

Стінки каналів викладені цеглою або зроблені з бетону. У верхній частині каналів по боках влаштовано виступи, на які кладуть щити. Між боковими кінцями щитів і вертикальними стінами каналів утворюються щілини завширшки 4,5 см, крізь які повітря, що подається вентиляторами в магістральні канали, надходить у зернову масу, пронизує її і вентиляє зерно.

Підлогові переносні установки використовують для активного вентиляювання зерна на складах, під навісами або на відкритих токах. Установки можна швидко змонтувати в будь-якому місці, пристосувати для роботи у приміщеннях і на майданчиках будь-якої конфігурації та розмірів, з вентиляторамі різної продуктивності. Основним конструкційним елементом установок є повітророзподільна решітка.

Найпоширеніша установка цього типу — підлогова переносна «Промзернопроект» (рис. 6). Кожна її типова секція 1 складається з вентилятора 4, дифузора 3, семи щитів 2, що утворюють магістральний повітропідвідний канал, і 24 повітророзподільних решіток, з яких викладають вісім повітророзподільних каналів по чотири з кожного боку від магістрального каналу. Магістральний канал, у свою чергу, складається з глухих і прохідних щитів, причому в прохідних у бічних стінах є вирізи.

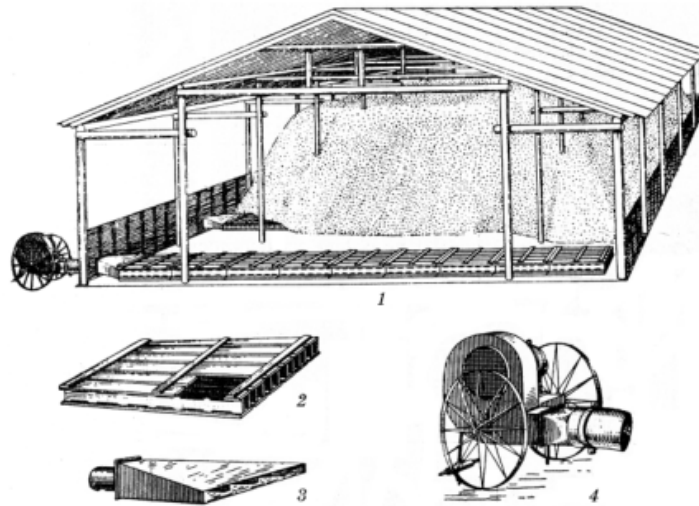
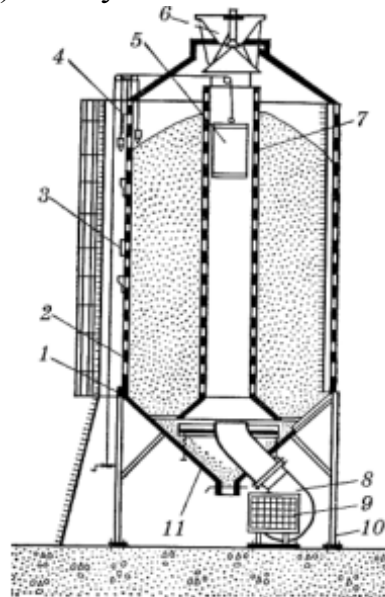


Рис. 6. Переносна установка та її складові

Бункерні установки. Бункер активного вентилявання БВ-25 призначений для активного вентилявання насіння зернових культур і є стаціонарною установкою циліндричної форми ($\varnothing 3080$ мм) з конусоподібним дном (рис 7).



Стінки бункера виготовлено із штампованої перфорованої сталі. Всередині циліндра по центру вмонтовано циліндричний повітророзподільник діаметром 750 мм, в якому є поршень, що переміщується у вертикальному напрямку за допомогою лебідки, системи тросів і блоків у міру завантаження бункера. При повному завантаженні бункера зерном поршень перебуває у верхньому положенні.

Рівень зерна в бункері фіксується важелем і прапорцем. При потребі повітря підігрівається в електрокалорифері, який монтується біля отвору вентилятора, що подає повітря в бункер. Бункер обладнаний двома пробовідбірниками, перетворювачем для контролю рівня зерна в бункері і трьома регуляторами вологості ВЦК. Регулятор вологості, який вмонтований у нижню або середню частину зовнішньої стінки бункера, вимикає вентилятор при зниженні вологості зерна нижче заданої. Два інших регулятори вологості вмикають або вимикають

електрокалорифер. Бункери використовують для вентилявання насіння більшості зернових культур. Процеси завантажування і розвантажування бункерів повністю механізовані, процес вентилявання автоматизований.

Пересувні однотрубні установки ПВУ-1 виготовляють комплектами, до складу яких входять 21 вентилятор, 21 збірна труба, 2 вібромолоти, 3 панелі керування, трансформатор, набори шлангових проводів, ключів і запасних частин. Установки ПВУ-1 використовують при висоті насипу зернової маси 3,5 – 4 м. При потребі їх застосовують для вентилявання насипу зерна заввишки до 5,5 м, попередньо надівши ще одну верхню трубу.

Телескопічні вентиляційні установки ТВУ-2 — п'ятиланкові труби телескопічного типу, які серійно виготовляють для вентилявання зерна на майданчиках, під навісом і на токах і складах.

7. Технологія і режими активного вентилявання

Потік повітря, який проходить крізь зернову масу, справляє різнобічний технологічний вплив на зерно. Під його дією змінюються газовий склад повітря у міжзернових проміжках, температура і вологість зерна та інтенсивність фізіологічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі.

Технологічна ефективність активного вентилявання зернових мас атмосферним повітрям виражається у швидкості зміни температури зерна. При тривалому вентиляванні зерно поступово набуває температури навколишнього середовища.

Потік повітря одночасно із зміною температури зерна викликає також зміну його вологості. Перш ніж почати вентилявання того чи іншого зернового насипу, слід переконатися, що його продування можливе і доцільне за наявних погодних умов і за станом зерна. Для цього **вимірюють температуру й вологість повітря і зерна, яке підлягає вентиляванню, визначають рівноважну вологість зерна за цих умов і зіставляють її з фактичною вологістю зерна.** Крім того, визначають необхідну подачу повітря, тривалість процесу вентилявання, оскільки в разі недостатньої подачі повітря під час вентилявання може відбутися розшарування насипу зерна за вологістю — пересушування нижніх і зволоження верхніх шарів, внаслідок чого збільшується тривалість його продування.

Усі перелічені вище технологічні операції, разом узяті, визначають поняття технології вентилявання зернових насипів. Для визначення вологості повітря використовують різні прилади і пристосування. Найпоширеніші з них — психрометри Августа й Асмана, а також гігрометри, гігрографи та ін. На хлібоприймальних підприємствах найчастіше користуються психрометрами.

При визначенні вологості повітря за показами сухого і вологого термометрів та можливості й доцільності вентилявання зерна, а також при визначенні рівноважної вологості зерна різних культур користуються спеціальними номограмами або таблицями. Активне вентилявання атмосферним повітрям проводять лише тоді, коли фактична вологість зерна перевищує рівноважну на 1 % і більше.

Лише коли зернова маса самозігрівається, активне вентилявання треба проводити за будь-якої відносної вологості повітря. Враховуючи зміну температури і вологості повітря протягом доби, перевіряють потребу у проведенні вентилявання не менше 4 разів за добу — о 1, 7, 13, і 19-й годині, а за несприятливих погодних умов перевіряють частіше.

Активне вентилявання треба проводити згідно з установленими для кожної культури його режимами. **Під режимом активного вентилявання розуміють оптимальне поєднання основних параметрів обробки зерна повітряним потоком, яке забезпечує найкращий господарський результат. До таких параметрів належать: питома подача повітря, тривалість охолодження, висота зернового насипу, періодичність вентилявання тощо.**

Питома подача повітря означає кількість витрат його на вентилявання 1 т зерна протягом 1 год. Залежно від культури, вологості зернової маси і мети вентилявання вона коливається від 30 до 200 м³/год при висоті насипу зерна 1,5 – 3,5 м (табл. 11).

Найбільша питома подача повітря тоді, коли проводять активне вентилявання з метою підсушування зернової маси або ліквідації в ній процесу самозігрівання. Технологічний ефект вентилявання досягається тим швидше, чим більша різниця між температурами повітря і зернової маси.

Охолоджувати зерно краще вночі, коли температура повітря більш низька і знижується навантаження на лінії електропередач.

Д/З

1. Активне вентилявання і природне охолодження зерна різних культур.

Насіння зернобобових культур (гороху, кормових бобів, квасолі та ін.) має досить високу початкову вологість і великий вміст білка (25 – 30 %). Щоб запобігти погіршенню якості насіння, не можна допускати його розтріскування. Під час вентилявання температуру підігрітого повітря обмежують з урахуванням початкової вологості насіння (не більше 30 – 35 °С).

Насіння олійних культур, наприклад соняшнику, за однакових умов зберігання має вміст рівноважної вологи, відмінний від вмісту вологи у злакових. Тому для визначення можливості вентилявання насіння соняшнику слід використовувати спеціально складені таблиці. **Насіння олійних культур можна вентилувати повітрям, підігрітим до 60 °С.** Підвищені температури повітря прискорюють процес сушіння, однак це призводить до нерівномірного видалення вологи з товщини шару та пересушування нижніх і зволоження верхніх ділянок насипу. Технологічний процес вентилявання насіння ріпичи такий самий.

З дрібного насіння найбільш поширене насіння проса. При вентиляванні і зберіганні треба враховувати деякі його особливості. Гладенька поверхня, кругла форма і невеликий діаметр зерен проса зумовлюють пониженою шпаруватістю насипу — в середньому 35 % загального об'єму. При механізованому завантаженні насіння проса у сховища насип додатково ущільнюється ще на 2 – 3 %, а при зберіганні і продуванні внаслідок природного ущільнення відбувається подальше зменшення

шпаруватості. Все це значно підвищує (більш як удвічі) опірність насипу насіння проса переміщенню крізь нього повітря порівняно із насипом зерна пшениці, ячменю та інших культур. Просо містить до 5 % олії, більше половини її — в зародку. При вологості 16 – 17 % і температурі 24 – 25 °С насіння проса пліснявіє уже через 5 – 10 днів після закладання, при вологості 20 % і тій самій температурі — через 1 – 2 доби. Тому насіння проса з підвищеною вологістю слід терміново вентилувати за допомогою тих самих установок, що застосовуються для продування зерна інших зернових культур, та зменшувати висоту його насипу.

Особливості вентилування проса характерні також для процесу сушіння інших дрібнонасінних культур — льону, гірчиці та ін.

На відміну від насіння проса, насип зерна кукурудзи в качанах чинить незначний опір рухові через нього повітря (цьому сприяє наявність великих проміжків між качанами). Це призводить до того, що повітря погано поширюється в усі боки від щілин і решіток.

Рівномірному сушінню качанів кукурудзи сприяє відстань між щілинами для виходу повітря 0,5 – 0,6 м. При завантажуванні качанів слід запобігати їх самообваленню і накопиченню зерен у різних місцях насипу.

Охолодження й підсушування качанів при вентилуванні сприятливо впливають на збереженість насіння кукурудзи. Завдяки наявності в насипу кукурудзи великих міжповітряних просторів природна аерація в результаті конвекції є досить інтенсивною. З настанням весняного потепління температура насипу качанів кукурудзи швидко підвищується і можливе їх псування внаслідок інтенсивного розвитку плісені. Тому до початку весняного підвищення температури качани кукурудзи повинні бути просушені та обмолочені.

Дотримання основ технології і режимів активного вентилування зерна різних культур дає змогу істотно підвищити технологічність цього процесу, надійно забезпечити збереженість партій зерна, що обробляється, зменшити його втрати і витрати на обробку.