

## Лекція №2

### Матеріально-технічні та енергетичні розрахунки виробництва

План:

1. *Визначення розмірів виробничих приміщень;*
2. *Електропостачання об'єктів сільського господарства;*
3. *Визначення витрат електроенергії в сільському господарстві:*
  - 3.1. *Розрахунки навантаження на освітлення;*
  - 3.2. *Розрахунки електро-споживання силових установок;*
  - 3.3. *Розрахунки електроспоживання на побутові потреби;*
4. *Визначення потужності системи опалення;*
5. *Розрахунки вентиляції сільськогосподарських виробничих приміщень;*
6. *Розрахунки водопостачання.*

#### **1. *Визначення розмірів виробничих приміщень***

Під час проектування заходів з електрифікації та автоматизації виробничих процесів сільського господарства потрібно знати або визначити надходження й витрати всіх матеріально-енергетичних ресурсів виробництва, для якого розробляється проект.

Вихідними даними для матеріально-енергетичних розрахунків є характер і обсяг виробництва сільськогосподарської продукції, кількість поголів'я тварин (птиці), її продуктивність, площа споруд захищеного ґрунту і врожай овочів, обсяг переробки і зберігання молока, овочів, плодів, зерна, відходів виробництва, приготування кормів та ін.

Ці обсяги зумовлюють розміри виробничих приміщень, номенклатуру і кількість технологічного та електричного обладнання, потреби електроенергії, теплоти, холоду, води, пари, повітря та інших матеріальних енергетичних ресурсів.

До сільськогосподарських виробничих приміщень відносяться будівлі для утримання тварин і птиці, кормоцехи, комбикормові цехи і заводи, споруди захищеного ґрунту, зерно-обробні пункти, сховища сільськогосподарської продукції, водокачки, цехи з переробки сільськогосподарської продукції (консервні, ковбасні, сироварні, масло-бійні, крупо-рушні, млини тощо), цехи і споруди для утилізації відходів та ін.

Виробничі будівлі, як правило, будують за типовими проектами, які мають передбачати застосування прогресивних технологій і сучасного технологічного обладнання, а також можливість подальшого нарощування, удосконалення систем механізації й широке використання засобів автоматизації.

Розміри приміщень мають відповідати певним нормативам. Наприклад,  
- для великої рогатої худоби (ВРХ) норми площ у разі прив'язного

утримання становлять на одну голову 8–10 м<sup>2</sup>, у разі безприв'язного 5–6 м<sup>2</sup>, на відгодівлі – 3,5–4 м<sup>2</sup>. Фронт годівлі залежно від віку ВРХ може бути від 0,5 до 1 м.

- Для свиноматок у разі індивідуального утримання норма площі на одну тварину становить 4–5 м<sup>2</sup>, у разі групового – 2,5–3 м<sup>2</sup>, відгодівлі свиней – 0,65–0,7 м<sup>2</sup>, для молодняку – 0,2–0,4 м. Фронт годівлі для свиней – 0,2–0,3 м.

- У разі утримання птиці на підлозі на 1 м<sup>2</sup> розміщують 4–5 голів, у разі кліткового – 11 голів.

Розміри приміщень для інших виробничих цілей визначаються за нормами, що викладені у відповідних ДБН, ВНТП, а також у довідковій літературі. Визначивши розміри виробничого приміщення, вибирають відповідний типовий проект споруди.

## ***2. Електропостачання об'єктів сільського господарства***

У найбільш сприятливому 1991 р. електро-споживання сільського господарства перевищило 30 млрд. кВт·год., що становило понад 10 % від кількості електроенергії, виробленої всіма електростанціями України. На виробничі цілі було використано 2/3 електроенергії, з них 1/3 – на побутові потреби. Питоме комунально-побутове споживання електроенергії на одну особу становило в середньому 453 кВт·год./особу (від 352 до 608 кВт·год./особу) для різних регіонів України.

Споживачі електроенергії в сільській місцевості розкидані на значній території не тільки через значну відстань між населеними пунктами, але й через розосередженість усередині селищ. Тому сільські електромережі мають велику протяжність. Приблизно 80 % загальної кількості ліній обслуговує сільське господарство. За конфігурацією лінії бувають здебільшого радіальними, що не забезпечує високої надійності електропостачання. Для підвищення її надійності часто здійснюють живлення не від одного, а від двох незалежних джерел електроенергії.

За вимогою до надійності електропостачання всі споживачі, зокрема і сільськогосподарські, згідно з ПУЕ, поділяються на три категорії.

До *першої категорії надійності* відносяться споживачі, у яких порушення електропостачання спричинює значні матеріальні збитки.

Споживачі першої категорії мають діставати електроенергію по двох лініях електропередачі від двох незалежних джерел живлення з пристроєм автоматичного вмикання резерву на вводах до споживачів.

Для забезпечення безперебійного електропостачання потрібно під час проектування передбачити установку дизельної електростанції. Перерва в електропостачанні споживачів першої категорії допускається лише на час, потрібний для автоматичного відновлення електроживлення.

До *другої категорії надійності* відносяться споживачі електроенергії, для яких перерва електропостачання понад 3,5 год. призводить до порушення виробничого процесу, зниження виходу сільськогосподарської продукції або її часткового псування.

Споживачам другої категорії рекомендується постачати електроенергію від двох незалежних джерел. Проте, якщо протяжність ліній електропередачі становить менш ніж 10 км, а розрахункова тривалість перерви їх електропостачання не більш як 15 год. на рік за одноразових перерв не більш як 3,5 год., то для таких споживачів допускається забезпечення електроенергією по одній лінії електропередач.

До *третьої категорії надійності* відносяться всі інші споживачі.

Споживачі третьої категорії постачаються електроенергією від одного джерела і по одній електролінії. Тривалість одноразової перерви електропостачання не повинна перевищувати однієї доби.

Сільські споживачі електроенергії дістають живлення від знижувальних трансформаторів по низьковольтних лініях напругою 380/220 В. Трансформатори встановлюються на трансформаторних підстанціях. Крім цього, на підстанціях встановлюються комутаційна апаратура, пристрої захисту від аварійних режимів і прилади контролю та обліку.

Споживачі трансформаторні підстанції на селі мають напругу 10/0,4 кВ, рідше 35/0,4 та 20/0,4 кВ. Найбільш поширеними в сільському господарстві є *комплектні трансформаторні підстанції* (КТП). Комплектні трансформаторні підстанції монтують повністю на заводі і постачають на місце встановлення в складеному стані.

Якщо споживачів першої категорії надійності не вдається забезпечити постачанням електроенергії з двох незалежних джерел, то застосовують резервні електростанції. Промисловість випускає пересувні та стаціонарні резервні електростанції потужністю від 0,5 до 1000 кВт.

*Резервні електростанції* складаються з первинного двигуна бензинового або дизельного, електричного генератора та розподільного пристрою, який складається з приладів керування, регулювання, контролю та захисту.

Для електростанцій потужністю до 16 кВт первинними двигунами є бензинові та карбюраторні. Дизельні агрегати випускають потужністю від 5 до 1000 кВт (5; 8; 10; 12; 16; 20; 30; 50; 70; 75; 100; 200; 320; 500; 630 і 1000 кВт).

*Дизельні електростанції* (ДЕС) розрізняють за потужністю: малої – до 50 кВт, середньої – до 200 кВт і великої – понад 200 кВт. ДЕС бувають автоматизовані й неавтоматизовані. Неавтоматизовані ДЕС працюють під наглядом обслуговуючого персоналу. Автоматизовані залежно від ступеня автоматизації можуть забезпечити безперервну роботу без обслуговуючого персоналу тривалістю до 10 діб.

Схеми електричних з'єднань ДЕС прості та однотипні. Відмінності є лише в системах збудження генераторів. Існують генератори дизельних електростанцій з машинними і статичними системами збудження.

Під час проектування систем електрифікації та автоматизації необхідно передбачити заходи щодо економії електроенергії та інших електроресурсів. Розробляючи проекти новітніх об'єктів сільського господарства, потрібно вибирати і використовувати в проектах новітні енергоощадні технології та технічні засоби, а саме: створювати там, де це можливо, безперервні технологічні процеси замість циклічних; застосовувати регульований електропривод; використовувати децентралізовані схеми електротеплопостачання; передбачити установлення електронагрівників замість нагрівників на більш дефіцитному органічному паливі; використовувати люмінесцентні, газорозрядні та світло-діодні лампи замість ламп розжарювання; впроваджувати в технології імпульсні режими освітлення і опромінення. Такі заходи можуть дати економію електроенергії до 15 % порівняно з об'єктами, на яких використовуються старі технології і технічні засоби.

У разі реконструкції об'єкта треба застаріле технологічне й електротехнічне обладнання замінити на сучасніше, перспективніше, замінити лампи розжарювання на люмінесцентні, газорозрядні та світло-діодні застосувати електронагрівники і електросушарки замість нагрівників і сушарок на рідкому паливі, ширше застосовувати автоматизацію технологічних процесів, що дасть змогу здійснювати оптимальні режими роботи обладнання та істотно економити електроенергію та інші енергоресурси.

У проектах слід передбачити заходи щодо технічного обслуговування технологічного і електротехнічного обладнання та засобів систем автоматизації: заміна спрацьованих деталей, регулювання робочих органів, загострення різальних частин машин, підсилення теплоізоляції в нагрівних і теплопередавальних пристроях, усунення витоків теплоти, зняття бруду з поверхонь, що обігріваються, очищення ламп і освітлювальної арматури, періодичне миття вікон у приміщеннях, які оснащені електроосвітленням, перевірка та уточнення налаштувань автоматичних регуляторів.

Для всіх галузей і процесів сільськогосподарського виробництва розроблені норми витрат енергоресурсів, зокрема електроенергії. Впровадження цих нормативів у виробництво через проекти дає можливість зекономити до 10 % споживаної електроенергії, а для цього треба в проектах передбачити установку електрولیчильників на кожній окремій в госпрозрахунковому відношенні ділянці (теплиця, молочна ферма ВРХ, пташник, кормоцех, овочесховище тощо).

В окремих випадках можна проектувати режими вмикання електроспоживачів за певними графіками. Але такі графіки мають бути погодженими з технологічними режимами і не спричинити їх порушень. Особливо це стосується

утримання тварин і птиці та режимів вирощування рослинної продукції в спорудах захищеного ґрунту. Рациональне використання електроенергії за встановленими графіками може давати щорічно економію до 3–5 тис. кВт·год. на одну трансформаторну підстанцію.

Вмикання електроспоживачів за графіком доцільне для таких установок, які можуть працювати в провали електричного навантаження (наприклад, у нічні години). Такі графіки здійснюватимуться лише за умов застосування пільгових тарифів на електроенергію. Для цього потрібно передбачити встановлення багатотарифних електролічильників. Електротехнічна промисловість України випускає дво- і три-тарифні приставки до одно- і трифазних лічильників, які окремо здійснюють облік електроенергії в звичайних і пільгових режимах подачі електроенергії.

Автоматичне вмикання електроустановок, які можуть працювати в будь-який час доби, і акумуляторів теплоти в години поза-пікового навантаження електромереж забезпечує зниження втрат електроенергії в мережах та істотно зменшує платню споживачів електроенергії. Вартість 1 кВт·год в поза-пікові години приблизно в 10 разів менше, ніж в години “пік навантаження”.

Для зниження втрат електроенергії в електромережах потрібно передбачити влаштування конденсаторних установок, що компенсують реактивну потужність. Промисловість випускає комплектні конденсаторні установки для мереж 0,38 кВ.: нерегульовані типу УК-0,38 потужністю від 75 до 216 кВа і регульовані типу УКН/П/Н-0,38 потужністю від 75 до 300 кВа із вбудованим автоматичним регулятором і кількістю ступенів регулювання до 6.

Застосування електро-водо-нагрівних установок дає можливість децентралізувати систему теплопостачання, наблизити одержання гарячої води і пари до місць її безпосереднього використання, що забезпечує економію 5–12 % теплової енергії внаслідок зменшення втрат під час транспортування.

Велика кількість енергоресурсів витрачається на обігрівання захищеного ґрунту. На 1 га площі теплиць за рік витрачається 2–2,5 т умовного палива або на 1 т овочів – 10–11 тонн умовного палива (ТУП). Відомо, що з підвищенням температури лише на 1°C збільшуються витрати палива в середньому на 6,3 % або на 125–150 кг на 1 га площі теплиці. Тому система автоматичного регулювання температури, що проектується, повинна якомога точніше забезпечувати агротехнічні вимоги до температурного режиму в теплицях.

Велике значення для економії енергоресурсів має раціональна організація технологічних процесів виробництва. Наприклад, виробництво трав'яного борошна на агрегатах типу АВМ і СБ має бути безперервним, оскільки під час пуску кожного агрегату тільки на розігрівання витрачається до 30 % годинної витрати палива, а номінальна продуктивність встановлюється лише через 2 години після початку подачі сировини до барабану. Тому економічно

обґрунтований сезонний виробіток для агрегатів АВМ-0,65 становить 70–80 т, а для агрегатів АВМ-1,5 – не менш як 150 т.

Під час досушування сіна активним вентиляванням витрати на електроенергію становлять приблизно половину всіх витрат на заготівлю сіна. Особливо великі витрати енергії на підігрівання повітря. Тому доцільно застосовувати автоматизацію установок активного вентилявання. При цьому автоматика має вмикати пристрої підігрівання повітря лише за його високої відносної вологості (понад 60 %). Економія електроенергії становитиме 5–10 %.

Перспективним є застосування в сільському господарстві для обігрівання приміщень теплових насосів. Під час використання теплових насосів у системі створення штучного мікроклімату коефіцієнт перетворення енергії визначають за формулою:

$$K_{П.Е} = Q_T / W, \quad (2.1)$$

де  $Q_T$  – теплопродуктивність установки, кДж год<sup>-1</sup>;  $W$  – спожита тепловим насосом енергія, кДж год<sup>-1</sup>.

Коефіцієнт  $K_{П.Е}$  становить 2,5–4. Отже, на одиницю затраченої енергії можна здобути 2,5–4 одиниці теплоти.

### **3. Визначення витрат електроенергії в сільському господарстві**

#### **3.1. Розрахунки навантаження на освітлення**

Кількість електроенергії на освітлення визначається добутком встановленої потужності освітлюваної установки на річну кількість годин використання встановленої потужності. Встановлену потужність визначають за питомою потужністю, Вт/м, і площею приміщення, що освітлюється за зовнішнім обміром. Величини питомих потужностей і годин використання встановленої потужності наводяться в довідниках із сільської електрифікації. Якщо в довіднику дається кількість годин використання максимальної потужності освітлювальної установки, то встановлену потужність потрібно помножити на коефіцієнт попиту, який також вказується в довідниках.

Інколи відома не зовнішня, а внутрішня площа приміщення. Щоб визначити зовнішню площу, потрібно значення внутрішньої площі збільшити приблизно на 20 % або помножити на коефіцієнт 1,2.

Питому потужність для люмінесцентних ламп беруть у два рази меншою, ніж для ламп розжарювання, оскільки світловіддача перших приблизно в 4 рази вища, але норма освітленості під час їх використання дається в 2 рази більша, ніж для ламп розжарювання (внаслідок присмеркового ефекту люмінесцентних ламп).

Отже, для кожного приміщення витрати електроенергії визначаються за формулою:

$$W_i = P_{П} S_{ЗОВ} T_B = P_{Bi} T_{Bi} = P_{МАКСi} T_{МАКСi} \quad (2.2)$$

де  $P_{\Pi}$  – питома потужність електроосвітлення, кВт/м<sup>2</sup>;  $S_{ЗОВ}$  – площа приміщення за зовнішнім обміром, м<sup>2</sup>;  $T_B$ ,  $T_{Bi}$  – тривалість використання встановленої потужності, год.;  $P_{Bi}$  – встановлена потужність електроосвітлення в  $i$ -му приміщенні, кВт;  $P_{МАКСi}$  – максимальна потужність освітлювальної установки, кВт;  $T_{МАКСi}$  – час використання максимуму навантаження, год.

Вуличне освітлення лампами розжарювання беруть на підставі норми 3,5 Вт на 1 м вулиці і 140 Вт на селянський двір. Тривалість горіння становить в середньому 2400 годин на рік. У разі освітлення вулиць газорозрядними лампами типу ДРЛ розрахункову норму слід брати в 1,5 рази нижчою.

Загальні витрати електроенергії по господарстві на освітлення визначаються як сумарні по всіх об'єктах.

### **3.2. Розрахунки електро-споживання силових установок**

Витрати електроенергії на електроприводах робочих машин визначають множенням максимальної споживаної потужності на кількість годин роботи установки. Максимальну потужність обчислюють за встановленою потужністю електродвигуна з урахуванням ККД ( $n_{ед}$ ), каталожної неузгодженості ( $K_{к.н.}$ ) і ступеня завантаження робочої машини ( $K_3$ ):

$$W_{\Pi} = P_{\max} T_{\text{рік}} = \frac{P_n K_{к.н.} K_3}{n_{ед}} T_{\text{рік}} \quad (2.3)$$

Для електро-нагрівних і електро-технологічних установок розрахункова (максимальна) потужність дорівнює встановленій. Тому витрати електроенергії цими установками визначають як добуток встановленої потужності та часу роботи установки.

Загальну потребу електроенергії на силові та електро-технологічні установки визначають як суму витрат всіх таких споживачів у господарстві.

### **3.3. Розрахунки електроспоживання на побутові потреби**

Під час проектування потужності електро-споживачів в одному сільському будинку беруть:

- у населених пунктах переважно старої побудови з газифікацією розрахункова потужність електроприймачів становить 1,5 кВт, без газифікації – 1,8 кВт;
- у населених пунктах переважно нової забудови з газифікацією 1,8 кВт, без газифікації – 2,2 кВт;
- у селищах міського типу, в будинках при великих сільськогосподарських комплексах із газифікацією – 4 кВт (на квартиру), без газифікації – 5 кВт;

- навантаження для жилих будинків з електроплитами беруть рівним 6 кВт, а з електроплитами і водо-нагрівниками 7,5 кВт. Під час використання побутових кондиціонерів розрахункова потужність збільшується ще на 1 кВт.

Під часи розрахунків електро-споживання встановлену потужність електроприймачів множити на кількість годин використання встановленої потужності (беруть 450–500 год. на рік).

Електричне навантаження на вводах у приміщення комунально-побутового призначення (їдальні, магазини, лазні, клуби та ін.) визначають за нормами, що наводяться у відповідних довідниках. Там же вказується кількість годин використання встановленої потужності.

Для визначення загальної потреби господарства в електроенергії підсумовують витрати електроенергії всіма споживачами і до них додають ще 6 % електроенергії для врахування втрат в електромережах господарства, тобто:

$$W_{заг} = 1,06 \sum_{i=1}^n W_i. \quad (2.4)$$

#### 4. Визначення потужності системи опалення

Для визначення потужності системи опалення сільськогосподарського приміщення складають його тепловий баланс для найбільш холодного періоду року з огляду на положення, що надходження та втрати теплоти збалансовані і температура повітря залишається незмінною.

Тепловий баланс приміщення складають на підставі тепло-надходження від тварин, птиці, установок освітлення, електрообладнання та інше, а також на підставі витрат теплоти на випаровування та інфільтрацію повітря, витрат крізь огороджувальні конструкції.

Рівняння теплового балансу для тваринницького (птахівничого) приміщення має вигляд, Вт:

$$Q_{on} + Q_{об} + Q_{тв} = Q_{ог} + Q_{инф} + Q_{тв}, \quad (2.5)$$

де  $Q_{on}$  – потік теплоти від системи опалення;  $Q_{об}$  – тепловиділення технологічного обладнання;  $Q_{тв}$  – теплота від тварин (птиці);  $Q_{ог}$  – тепловтрати крізь огороджувальні конструкції;  $Q_{инф}$  – витрати теплоти з інфільтрацією повітря;  $Q_{тв}$  – витрати теплоти на випаровування вологи.

З рівняння теплового балансу потужність системи опалення дорівнює:

$$Q_{on} = Q_{ог} + Q_{инф} + Q_{в} - Q_{об} - Q_{тв}. \quad (2.6)$$

Для будь-якого іншого приміщення потужність системи опалення визначається:

$$Q_{on} = Q_{ог} + Q_{инф} + Q_{в} - Q_{об} - Q_i, \quad (2.7)$$

де  $Q_i$  – інші тепловиділення (наприклад, виділення теплоти з овочів у овочесховищах тощо).



## 5. Розрахунки вентиляції сільськогосподарських виробничих приміщень

Вентиляція виробничих приміщень потрібна для підтримання в допустимих нормативних межах вологості і температури повітря, а також допустимої концентрації шкідливих газів і пилу в атмосфері.

Вентилятори вибирають за тиском і витратою. Розрахункову витрату вентилятора  $Q_v$ , м<sup>3</sup>/год., визначають за повітрообміном, який потрібен для забезпечення заданого мікроклімату в приміщенні, що вентилується, а розрахунковий тиск – за значенням втрат тиску в повітропроводах та обладнанні.

Повітрообмін визначають за допустимими значеннями вмісту вуглекислоти, вологовмісту і температури повітря.

За допустимим вмістом вуглекислоти в повітрі *тваринницького приміщення* повітрообмін:

$$L_{\Pi} = \sum n_i m_i / (x_D - 0,3), \quad (2.8)$$

де  $n_i$  – кількість тварин даної групи;  $m_i$  – кількість вуглекислоти, що виділяється однією твариною, л/год.;  $x_D$  – допустима норма концентрації вуглекислоти в приміщенні, л/м<sup>3</sup>; 0,3 л/м<sup>3</sup> – вміст вуглекислоти в зовнішньому повітрі.

Для *птахівницьких приміщень* повітрообмін визначають за формулою:

$$L_{\Pi} = n g m / (x_D - 0,3), \quad (2.9)$$

де  $n$  – кількість птиці;  $g$  – середня маса птиці;  $m$  – кількість вуглекислоти на 1 кг живої маси птиці, л/(кг год.).

Гранична допустима норма концентрації вуглекислоти в тваринницьких приміщеннях – 2,5 л/м<sup>3</sup>, у птахівничих – 1,8–2 л/м<sup>3</sup>.

За допустимим вологовмістом повітрообмін визначається:

$$L_{\Pi} = \Sigma W / [(d_D - d_H) \gamma_c], \quad (2.10)$$

де  $\Sigma W$  – сумарне надходження водяних парів із усіх джерел до атмосфери приміщення, кг/год.;  $d_D$  – вологовміст повітря в приміщенні за допустимої відносної вологості для даного виду тварин;  $d_H$  – вологовміст зовнішнього повітря, який визначається по  $I-d$  діаграмі;  $\gamma_n$  – маса 1 м<sup>3</sup> сухого повітря, кг.

Сумарне волого-виділення в тваринницьких (птахівничих) приміщеннях визначають як загальне виділення вологи від тварин (птиці), підстилки, гною (посліду), поїлок тощо.

Орієнтовано повітрообмін можна визначити за формулою:

$$L_{\Pi} = G L_{\text{ПІТ}}, \quad (2.11)$$

де  $G$  – сумарна маса всіх живих тварин (птиці), що перебувають у приміщенні, кг;  $L_{\text{ПІТ}}$  – повітрообмін на 1 кг живої маси, м<sup>3</sup>/(кг·год.), (див. табл. 2.1).

Після визначення  $L_{\Pi}$  знаходять кратність повітрообміну  $K$ , тобто скільки разів змінюється повітря в приміщенні за 1 год.:

$$K = L_{\Pi} / V, \quad (2.12)$$

де  $V$  – об'єм приміщення, що вентилується, м<sup>3</sup>.

Для тваринницьких приміщень кратність повітрообміну  $K = 3-5$  разів/год.

Таблиця 2.1 – Повітрообмін на 1 кг маси тварин (птиці)

Вид тварин (птиці)	Повітрообмін, м <sup>3</sup> /(кг год.)		
	взимку	у перехідний період	Влітку (не менше)
Корови та молодняк ВРХ	0,17	0,25	0,40
Телята	0,20	0,25	0,40
Свиноматки, кнури, поросята	0,15	0,45	0,60
Свині на відгодівлі	0,20	0,45	0,65
Кури при утриманні на підлозі	1,4	4,0	7,0
Кури при утриманні в клітках	1,1	3,6	5,5
Бройлери	1,1	3,0	6,0

За однакової швидкості руху повітря на всіх ділянках повітропровідної мережі розрахунковий тиск вентилятора визначається за формулою:

$$H = \gamma v^2 / 2(\lambda l / d + \Sigma \beta), \text{ Па} \quad (2.13)$$

де  $\gamma$  – густина повітря (у середньому 1,2 кг/м<sup>3</sup>);  $v$  – швидкість руху повітря в трубі (не більш як 12–15 м/с для горизонтальних і 10 м/с для вертикальних повітропроводів);  $\lambda$  – коефіцієнт тертя (для круглих залізних труб  $\lambda = 0,02$ );  $l$  – довжина повітропроводу, м;  $d$  – внутрішній діаметр труби, м;  $\Sigma \beta$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти місцевих опорів

Місцевий опір	Коефіцієнт $B$
Коліно:	
прямокутне	1,1
з кутом 120°	0,55
>> 150°	0,20
Коліно з плавним заокругленням при відношенні радіуса заокруглення $R$ до діаметра труби $D$ , що дорівнює 1	0,25
Те саме при відношеннях:	
$R/D = 1,5$	0,175
$R/D = 2,0$	0,15
Несподіване звуження при відношенні діаметра меншої труби $d$ до діаметра більшої $D$ , що дорівнює 0,1	0,29
Те саме при відношеннях:	
$d/D = 0,3$	0,25
$d/D = 0,4$	0,21
$d/D = 0,5$	0,18
Несподіване розширення при $d/D = 0,1$	0,81
Те саме:	
при $d/D = 0,3$	0,49
при $d/D = 0,5$	0,25
Дросель або засувка	0,01... 0,08
Боковий вхід	1,0
Вхід із кінця	0,3
Вихід із кінця	1,0

Сітка з живою площею перерізу 80 %	0,1
Жалюзі:	
вхід	0,5
вихід	3,0

Якщо швидкість руху повітря на ділянках неоднакова, то витрати тиску в кожному місцевому опорі визначають окремо за формулою:

$$h_m = \beta \gamma v^2 / 2, \quad (2.14)$$

а розрахунковий тиск за формулою:

$$H = \lambda \gamma v^2 (1/2) d + \Sigma h_m. \quad (2.15)$$

За розрахунковими значеннями  $L_{II}$  і  $H$  вибирають у каталозі вентилятор (з округленням у більшу сторону), далі визначають розрахункову потужність електродвигуна  $P$ , кВт, за формулами (4.4) та (4.5).

## 6. Розрахунки водопостачання

У сільськогосподарських об'єктах воду витрачають на напування тварин і птиці, зрошення рослин, а також на технологічні, гігієнічні, господарчі та протипожежні потреби. Добову кількість води за формулою визначають,  $m^3$ :

$$Q_{доб.сп} = \sum_{i=1}^n q_i m_i, \quad (2.16)$$

де  $q_i$  – добова норма витрат води одним споживачем,  $m^3$ ;  $m_i$  – кількість споживачів, які мають однакову норму витрат води. У таблиці 2.3. наведено норми витрати води.

У південних сухих і жарких районах України норми можуть бути підвищені на 25 %. Якщо в тваринницькому приміщенні передбачено гідрозмив гною, тоді передбачають додатково витрати води від 4 до 10 л на кожну тварину.

Таблиця 2.3 – Норми витрати води в тваринництві

Вид тварин (птиці)	Норма витрат, л/год.	Вид тварин (птиці)	Норма витрат, л/год.
Корови молочні	100	Кнури	25
Корови м'ясної породи	70	Свині з поросятами	60
Бугаї та нетелі	60	Свиноматки без поросят	25
Молодняк ВРХ	30	Поросята	5
Телята	20	Свині на відгодівлі	15
Коні робочі	60	Кури	1
Лошата до 1,5р.	45	Індики	1,5
Вівці дорослі	10	Качки, гуси	2
Молодняк овець	6	Кролі	3

**Примітка:** Для молодняка птиці норми зменшують удвічі.

Для типових тваринницьких комплексів визначені такі добові витрати води: у свинокомплексі з вирощування та відгодівлі 108 тис. голів – 2953  $m^3$  (з них

майже 60 % використовують на гідрозлив гною і прибирання приміщень); у комплексі з вирощування та відгодівлі 10 тис. голів молодняку ВРХ – 935 м<sup>3</sup>, у молочному комплексі на 1200 корів – 460 м<sup>3</sup>.

У довідковій літературі наведено норми витрат води в спорудах захищеного ґрунту, у підприємствах з переробки сільськогосподарської продукції (консервні, маслоробні, молочні, м'ясопереробні та ін.).

Для забезпечення населення водою застосовують такі добові норми на одного мешканця: у житлових будинках з водопроводом і каналізацією без ванн – 125–160 л; те саме з ваннами і місцевими водонагрівачами – 160–230 л; те саме з централізованим гарячим водопостачанням – 250–350 л.

Крім регулярного забезпечення водою сільськогосподарського виробництва і сільського населення, систему водопостачання розраховують на гасіння пожеж. Витрати води на гасіння однієї пожежі у виробничих приміщеннях визначають враховуючи вогнестійкість будівель, їхні розміри та категорії виробництва. Для більшості сільськогосподарських споруд витрати води на одну пожежу становлять від 10 до 20 л/с з тривалістю гасіння пожежі три години.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Назвіть категорії надійності електропостачання споживачів?
2. Комплектні трансформаторні підстанції?
3. З чого складаються резервні електростанції?
4. Як розрізняють дизельні електростанції?
5. Як визначити добове споживання кількості води в тваринництві?
6. Як провести розрахунок вентиляції сільськогосподарських виробничих приміщень?
7. Як визначити потужності системи опалення?
8. Як провести розрахунки електроспоживання на побутові потреби?
9. Як провести розрахунки навантаження на освітлення?
10. Як провести розрахунки електроспоживання силових установок?