

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. каф. "Сільськогосподарські машини"
доц. _____ Олександр КАРАЄВ
" _____ " _____ 20__ р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ
НАДКРОНОВОГО ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ДОЩУВАННЯ
ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ ДЛЯ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ
ПІВДНЯ УКРАЇНИ»

32СМД.008.000000ПЗ
Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 23МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія за ОПП Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Олександр Трифонов
(підпис)

Керівник доц. _____
(підпис)

Консультант доц. _____
(підпис)

Нормоконтроль доц. _____
(підпис)

Рецензент інж. _____
(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

На даний час при землеробстві на території півдня України отримання вдалих врожаїв неможливо без зрошення. Бо ґрунт має великий дефіцит водного балансу, біля 75 %. Але через незадовільний стан насосного обладнання і зрошувальних машин в повному обсязі виконати зрошення неможливо.

Рішенням цієї проблеми є проведення модернізації і ремонту існуючих зрошувальних систем. Для цього необхідно провести поточний контроль зносу існуючого обладнання методом ревізії і енергетичних витрат, при перевищенні допустимих значень зносу і завантаженості прийняти міри. Ці міри можуть бути, як і заміна обладнання на більш потужне, або ремонт існуючого також будівництво нових систем.

1. 1 Загальна характеристика об'єкту – НСП-5 ПЗС.

Насосна станція підкачки НСП-5 Приазовської зрошувальної системи (ПЗС) розташована у Мелітопольському районі Запорізької області за координатами $46^{\circ}44'17.4''\text{N}$ $35^{\circ}00'36.6''\text{E}$ (рис 1.1). Водозабір НСП здійснює з Приазовського магістрального каналу (магканалу) ПЗС (ПК124). НСП наземного типу, вісі насосів вище рівня води в магістральному каналі.



Рис.1.1 Аерознімок місця розміщення НСП-5 ПЗС

НСП-5 запроектована для зрошення 1069 га дощувальними машинами «Днепр» ДФ-120, введена в експлуатацію в 1986 році. Для забезпечення технологічного процесу зрошення НСП-5 до модернізації комплектувалася п'ятьма основними насосами Д800-57 (продуктивністю $Q=222$ л/с, напором $H=57$ м, діаметром робочого колеса $D_{рк} = 432$ мм) та одним допоміжним насосом Д

5

План розміщення і опис НСП-5 ПЗС

0

Насосні станції підкачки, це комплекс споруд, що відбирають воду із джерела і подають її до закритої зрошувальної системи [2]. Призначення насосної станції підкачки - підтримання тиску у гідрантах закритої зрошувальної мережі, системою яка забезпечує роботу дощувальних машин, із з

а Насосна станція підкачки складається з наступних елементів (Рис.1.2.):

д 1. Водозабірний колодязь, це головна частина гідротехнічного вузла машинного водопідйомну, що представляє собою гідротехнічну споруду, яка призначена для забезпечення забору води з вододжерела відповідно до графіка споживання і не допускання засмічення всмоктуючих трубопроводів сміттям.

м 2. Будівля насосної станції це є основна споруда насосної станції, яка призначена для виконання робочого процесу, – перекачування води і тим самим створення напору в системі зрошення. Всередині будівля НСП-5 розділена на три зони, якщо стояти спиною к напрямку руху перекачуваної води то по центру на глибині 60 см від фундаменту розташований машинний зал, з лівої сторони на рівні фундаменту монтажний майданчик, а з правої сторони відгороджена стіною щитова. На монтажному майданчику проводиться технічне обслуговування, завантаження – вивантаження, збирання насосних агрегатів та іншого обладнання. До монтажного майданчика та від нього вантажі переміщуються через весь машинний зал за допомогою кран балки. В щитовій, яка розміщена з

р

а

м

боку трансформаторної підстанції в середині насосної станції, розташовані розподільні електрошафи, які використовуються для запуску і зупинки насосних агрегатів.

В машинному НСП-5 залі розміщуються:

- 5 основних і 1 допоміжний насосні агрегати (НА), які представляють собою з'єднання через гнучку муфту електродвигун і насос характеристика яких до модернізації представлена в таблиці 1.1 [1];
- вакуумна система з двох вакуум насосів ВВН1-1,5 і потужністю електродвигунів по 5,5кВт;
- дренажна система сумарною потужністю електродвигунів НА 7,5кВт;
- напірні засувки на кожному НА з електроприводом потужністю 1,3кВт;
- система вентиляції сумарною потужністю 8,5кВт;

Паспортна (номінальна) характеристика НА НСП-5 ПЗС до модернізації

Таблиця 1.1

Насоси							
№ НА	Тип насосу	Витрати Q		Напір Н, м	Ø роб. кол., мм	n, об/хвл	ККД η _н , %
		л/с	м³/год				
1-5	Д800-57	222	800	57	432	1450	82
6	Д500-65а	111	400	58	432	1450	74

Привідні електродвигуни						
№ НА	Тип	Потужність N, кВт	n, об/хвл	Напруга U, В	Сила струму I, А	ККД η _е , %
1, 2	4А315М4	200	1500	380	352	94
3, 4, 5	4АН315S4	200	1500	380	352	94
6	F280ML4	100	1500	380	181	94

3. Для живлення електроенергією насосної станції застосовується трансформаторна підстанція, яка обладнана двома трансформаторами ТМ1600кВА-35/0,4кВ і ТМ400кВА-35/0,4кВ. Останній використовується в якості резервного та у зимовий період.

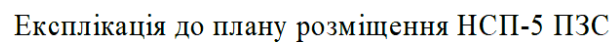
4. Вакуум–котел. В наслідок того що в НСП-5 вісі насосів вище рівня води в магканалі насоси потребують попередньої заливки, це виконується за допомогою вакуумної системи – акумулюючою ємністю якої є вакуум–котел змонтований назовні. Повітря, яке підсмоктується через нещільні з'єднання поступово зменшує вакуум. При визначених малих значеннях вакууму в вакуум–котлі вакуум–насоси автоматично вмикаються [3].

5,6. Колодязі засувки, які розташовані на напірному трубопроводі застосовуються для перекривання подачі або злиття зрошувальної води при ремонті, або у зимовий період.

1.3 Характеристика залежних ділянок зрошення

На даний час НСП-5 подає воду для зрошення 1069 га в фермерських господарствах (ФГ) «Любцова» і «Степове-2001». В кліматичному відношенні район зрошення характеризується середньорічною температурою повітря 9,4°C. Пануючий напрямок вітру східний і південно–східний. Згідно з даних агро–кліматичного довідника по Запорізької області середня глибина промерзання ґрунту 41см, найбільша 102 см.

Основний напрямок діяльності на зрошувальних ґрунтах це вирощування зернових і соняшнику. Зрошені ґрунти представлені темно каштановими. Водно–фізичні властивості ґрунту є задовільні, накопичуються значні запаси доступної для рослин вологи, аерація кореневого шару залишається достатньо високою (17–25 % об'єму). Природна родючість ґрунтів висока, вони можуть бути використані під всі районовані культури.



- Важливу роль в підвищенні врожайності сільськогосподарських культур і

збереженні родючості ґрунтів правильно розроблена система сівозмін.

Гранична вологоємність орного шару складає 34-35%, коефіцієнт вбирання – 2, 2,2 мм/доба. Коефіцієнт фільтрації орного горизонту складає 1,35 м/сутки. По вмісту легкодоступних форм азоту і фосфору ґрунти відносяться до середньозабезбечених. Внесення органічних і мінеральних добрив при зрошенні різко підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Ґрунти відносяться до висикостійких по відношенню до соди; при зрошенні сода верхніх горизонтів може не проявлятися протягом багатьох років. Однак якщо не вжити заходів, захистні властивості ґрунту можуть вичерпатися і ґрунти перейдуть в розряд лужних, що володіють несприятливими властивостями. У боротьбі з водопроявами необхідно раз в 2–3 роки проводити гіпсування норією 1,5–2 ц/га.

1.4 визначення технічної проблеми діючої системи зрошування і постановка задач досліджень

НСП–5 запроектована для зрошення 1069 га 12 дощувальними машинами ДФ–120 «Днепр». Для забезпечення технологічного процесу зрошення НСП–5 комплектувався п'ятьма основними насосами Д800–57 ($Q=222$ л/с, $H=57$ м, $D_{рк} = 432$ мм) з електродвигунами потужністю 200 кВт частотою 1500 об/хв. Та одним допоміжним) Д500-65а ($Q=111$ л/с $H=58$ м, $D_{рк} = 432$ мм) з електродвигуном потужністю 100 кВт частотою 1500 об/хв.

За період експлуатації з 1986 року технічний стан насосно–силового і поливного обладнання (дощувальних машин) значно погіршився. Ремонт насосів ускладнено відсутністю запчастин на них. Незадовільний технічний стан значно знизив забір води споживачами у 2019 році. При цьому витрати електроенергії збільшилися в порівнянні з 2018 роком з 224 до 234 кВт год/1000 м³.

Також недоліком запроектованої системи поливу є неможливість одночасної роботи всіх наявних дощувальних машин через недостатню потужність насосних агрегатів.

З 2018 року було прийнято рішення через високі експлуатаційні витрати перейти на дощувальні машини ДМ-424-90 у кількості 14 штук, що ще більше призвело до підвищення навантаження на насосне обладнання. В наслідок чого водокористувачі фермерських господарствах (ФГ) «Любцова» і «Степове-2001» були стурбовані щодо надійності зрошувального обладнання і стабільності їх роботи.

Для приведення технічних характеристик насосного обладнання під споживання були прийнято рішення про розрахунок і підбір більш потужного насосного обладнання. З попереднім і поточним контролем до і після модернізації за допомогою методу енергоаудиту.

РОЗДІЛ II РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ

2.1 Методика визначення основних параметрів станції

Вибір насосних агрегатів виконують за основними розрахунковими параметрами: подачі Q і напору H , що встановлюються гідравлічним розрахунком системи.

Система перекачування рідини являє собою взаємозалежні елементи: "джерело водопостачання (резервуар) – насосна станція – водоспоживач".

Режим роботи і подача насосної станції визначаються режимом споживання. При визначенні основних параметрів насосної станції вирішують питання розміщення і трасування всмоктувальних і напірних комунікацій з урахуванням наявних рекомендацій [4], підбирають їхні діаметри.

Вихідні дані проектування системи зрошення (задані чи попередньо встановлені):

- витрата води за добу максимального водоспоживання – $Q_{\max, \text{доб}}$, $\text{м}^3/\text{доба}$;
- витрата (подача) води за годину – $q_{\text{год}}$, $\text{м}^3/\text{год}$;
- мінімальна точка рівня води у джерелі – $Z_{\min}$, м;
- максимальна позначка рівня води на гідранті, – $Z_{\max}$, м;
- позначка рівня води в споживача, м, – Z_n , м;
- величина напору необхідного для зрошення – $h_{\text{зр}}$, м.

Визначення поняття напору. Підвищення тиску насосом називається напором. Під напором насоса (H) розуміється питома механічна робота, що передається насосом перекачуваній рідині:

$$H = \frac{E}{G}, \text{ м}$$

де E – механічна енергія, Нм

G – вага рідини, Н.

2.2 Визначення подачі насосної станції

Середня годинна подача насосної станції розраховується:

$$q_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{max.доб}} + (\alpha \cdot Q_{\text{max.доб}})}{T}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де $Q_{\text{max.доб}}$ – максимальна подача за добу, $\text{м}^3/\text{доба}$;

α – коефіцієнт запасу води власних потреб, приймається 6–10 %;

T – час роботи насосної станції, год.

Секундна подача насосної станції визначається:

$$q_{\text{нс}} = \frac{q_{\text{год}}}{3600}, \text{ м}^3/\text{с}$$

2.3 Розрахунок діаметрів всмоктуючих трубопроводів

Для проектування зазвичай приймається від двох до декількох трубопроводів зі сталі, які проходять антикорозійну обробку. Витрата води через кожен трубопровід складає:

$$q_{\text{вс}} = \frac{q_{\text{нс}}}{n}, \text{ м}^3/\text{с}$$

де n – кількість всмоктуючих трубопроводів.

Оптимальна швидкість води у всмоктуючому трубопроводі не рекомендується бути більше $V_{\text{вс}} = 1 \text{ м/с}$. За допомогою рівняння нерозривності потоку визначимо діаметр всмоктуючого трубопроводу:

$$d_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{вс}}}{\pi \cdot V_{\text{вс}}}}, \text{ м}$$

Приймається найближче стандартне значення $d_{\text{вс}}$ за [4].

Швидкість руху води всмоктуючого трубопроводу за стандартного діаметру, м/с:

$$V_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot q_{\text{вс}}}{\pi \cdot d_{\text{вс}}^2}, \text{ м/с}$$

Втрати напору всмоктуючої лінії розраховуються, м:

$$h_{\text{вс}} = \alpha_1 \cdot q_{\text{вс}}^2, \text{ м}$$

Значення коефіцієнта α_1 за формулою:

$$\alpha_1 = K \cdot \lambda \cdot l_{\text{вс}}$$

де $K = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору;

λ – питомий опір для ненового трубопроводу, визначається за формулою [4]:

$$\lambda = \frac{0,0210}{d_p^{0,3}}$$

де d_p – робочий внутрішній діаметр трубопроводу, для всмоктуючих трубопроводів приймаємо $d_p = d_{\text{вс}}$;

$l_{\text{вс}}$ – довжина всмоктуючої лінії, м.

2.4 Розрахунок діаметрів напірних трубопроводів

Витрата води у трубопроводах визначається:

$$q_{\text{н}} = \frac{q_{\text{нс}}}{n}, \text{ м}^3/\text{с}$$

де n – кількість напірних трубопроводів.

Використовуючи таблицю граничних значень витрат [4] та значення $q_{\text{н}}$, приймаємо економічно найвигідніший діаметр $d_{\text{ек}}$, мм.

Розрахунок втрати напору виконується за формулою:

$$h_{\text{н}} = \alpha_2 \cdot q_{\text{н}}^2, \text{ м}$$

Розраховуємо питомий опір для напірних трубопроводів λ , за формулою представленою вище. Потім розраховуються втрати напору за формулою

$$\alpha_2 = K \cdot \lambda \cdot l_n$$

де $K = 1,1$ – коефіцієнт, який враховує місцеві втрати напору;

l_n – довжина напірних ліній, м.

2.5 Розрахунок потрібного напору насосної станції

Робочий напір насосної станції розраховується наступним чином:

$$H_p = H_\Gamma + h_{\text{вс}} + h_n + h_{\text{зр}} + 1$$

де H_Γ – геометрична висота підняття рідини, м;

$h_{\text{вс}}$ – втрати напору у всмоктуючому трубопроводі, м;

h_n – втрати напору у напірному трубопроводі, м;

$h_{\text{зр}}$ – напір необхідний для зрошення, м.

1 м – виливальний запас.

Геометрична висота підняття рідини H_Γ (відстань від ватерлінії джерела до поливних гідрантів), м

$$H_\Gamma = Z_{\text{max}} + |Z_{\text{min}}|$$

де Z_{max} – максимальна позначка рівня води на гідранті, м;

Z_{min} – мінімальна точка рівня води у джерелі, м.

2.6 Вибір основних (робочих) насосів

Подача на один насос визначається за формулою:

$$Q_n = \frac{Q_{\text{нс}}}{m}, \text{ м}^3/\text{с}$$

де m – кількість робочих насосів.

За допомогою каталогу насосів [6-8], за параметрами Q_n , H , за допомогою графіка основних технічних характеристик (подача, напір) визначаємо марку насоса.

2.7 Визначення робочої точки насосу

Напір створюваний насосом H , і подача рідини Q залежать один від одного. Ця залежність відображається графічно у вигляді характеристики насоса. Вертикальна вісь (вісь ординат) відображає напір насоса H , виражений в метрах (м). Можливі також інші масштаби шкали напору. При цьому дійсні наступні співвідношення:

$$10 \text{ м в.ст.} = 1 \text{ бар} = 100\,000 \text{ Па} = 100 \text{ кПа}$$

На горизонтальній осі (вісь абсцис) нанесена шкала подачі насоса Q , вираженою в кубометрах на годину $\text{м}^3/\text{год}$. Можливі також інші масштаби шкали подачі, наприклад л/с. Форма характеристики показує наступні види залежності: енергія електроприводу (з урахуванням загального ККД) перетворюється в насосі в такі форми гідравлічної енергії, як тиск і швидкість. Якщо насос працює при закритому дроселюючому пристрою, він створює максимальний тиск. У цьому випадку говорять про напір насоса при нульовій подачі. Коли дроселюючий пристрій починає відкриватися перекачувана рідина починає рухатися і підтримка початкового тиску стає неможливим. Тоді характеристика насоса набуває форми падаючої кривої, кінець якої відповідає максимальній подачі при мінімальному напорі і є точкою кавітації S_{av} .(рис.), при проходженні якої насос працює в кавітаційному режимі, що призводить до його руйнування.

Кавітація (від лат. Cavitas - порожнеча) – фізичний процес утворення бульбашок (каверн, або пустот) в рідких середовищах, з подальшим їх схлопуванням і вивільненням великої кількості енергії, яке супроводжується шумом і гідравлічними ударами. Це призводить до руйнувань насосів та іншого обладнання, яке знаходиться в зоні кавітації. Це відбувається за рахунок того, що тиск на всмоктуючих трубопроводах знижується до пароутворення й створюються бульбашки, після проходження до зони напору схлопуються.

Робоча точка дозволяє визначити раціональний режим роботи при відкритій засувці позаду НА. Робоча точка визначається графічно за допомогою його паспортних характеристик, (рис. 2.1). Вона знаходиться точці перетину характеристики насосів з лінією робочого напору системи зрошення H_p , проекцією якої на горизонтальну вісь подачі Q визначимо робочу подачу Q_p . Ця точка називається «робочою точкою», вона відображає залежність необхідного робочого напору системи зрошення H_p від робочої подачі Q_p . Вона відображає режим роботи насосу.

Розглянемо характеристики насосів Нас.1, Нас.2 і Нас.3 (Рис. 2.1). Перша характеристика Нас.1 не дотягує до робочого напору H_p . Друга характеристика Нас.2 відповідає робочому напору, але не має кавітаційного запасу, тому що точка кавітації $Cav.$ лежить на лінії робочого напору системи зрошення H_p , це призводить до кавітаційних руйнувань насосу. В наслідок причин перелічених вище робочі характеристики насосів Нас.1 і Нас.2 не відповідають раціональному режиму роботи. Розглянемо характеристику насоса Нас.3, згідно неї насос має значний кавітаційний запас після робочої точки, проекція якої на горизонтальну вісь показує

робочу подачу Q_p . Характеристика Нас.3 є більш раціональною і тому цей насос приймається в якості робочого.

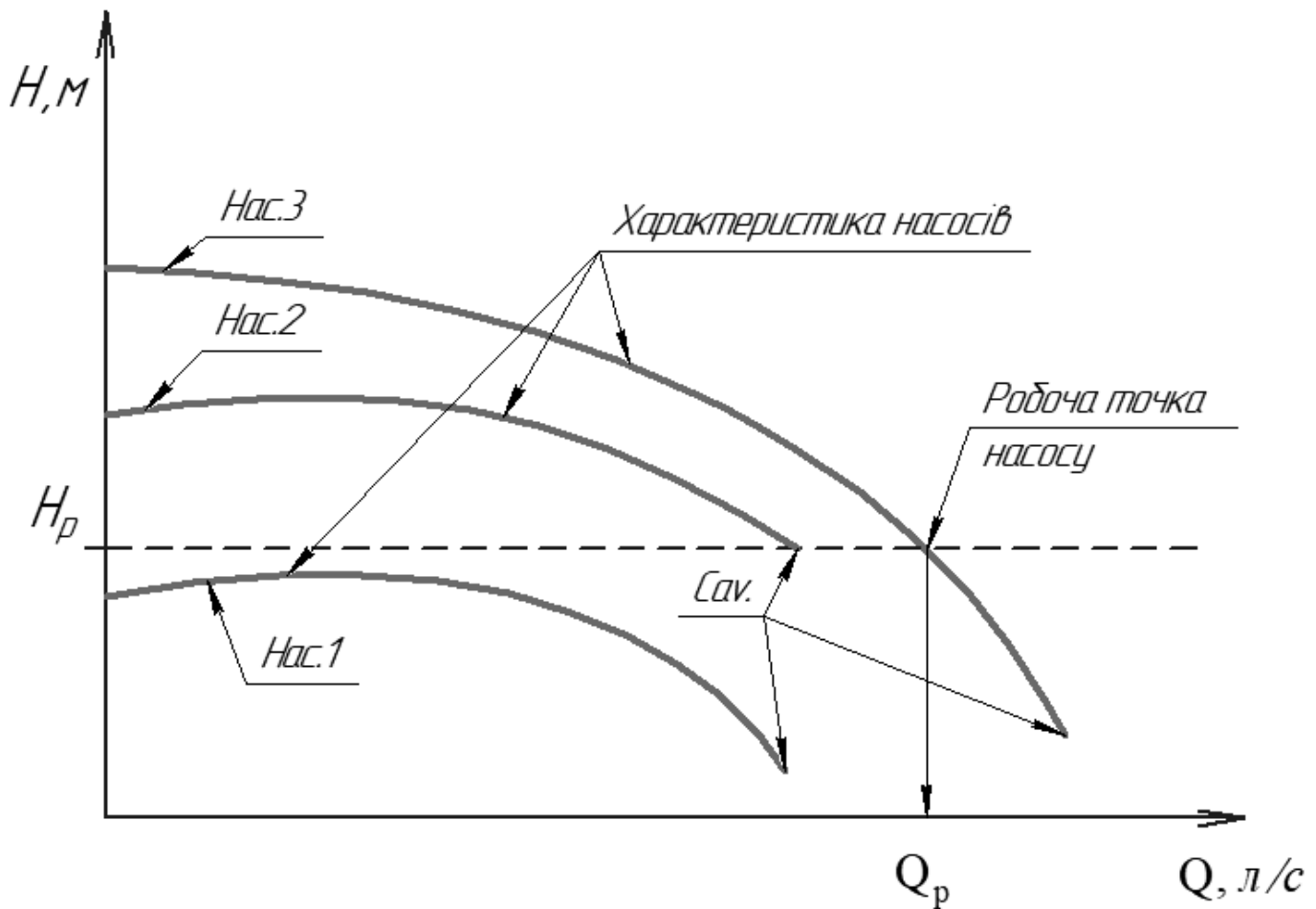


Рисунок 2.1 Характеристика насосів

2.8 Паралельна робота насосів

Паралельною роботою називають сумісну одночасну роботу декількох насосів. Паралельне з'єднання насосів дає можливість ступінчасто збільшити подачу, залежності від кількості підключених насосів, при цьому напір залишається рівний напору одному насосу. Для паралельної роботи слід підбирати насоси однотипні з рівними або незначно відрізняються тисками і подачами. При роботі насосів в паралельному режимі на

напірному патрубку також необхідно встановлювати зворотні клапана, для уникнення зворотного потоку рідини.

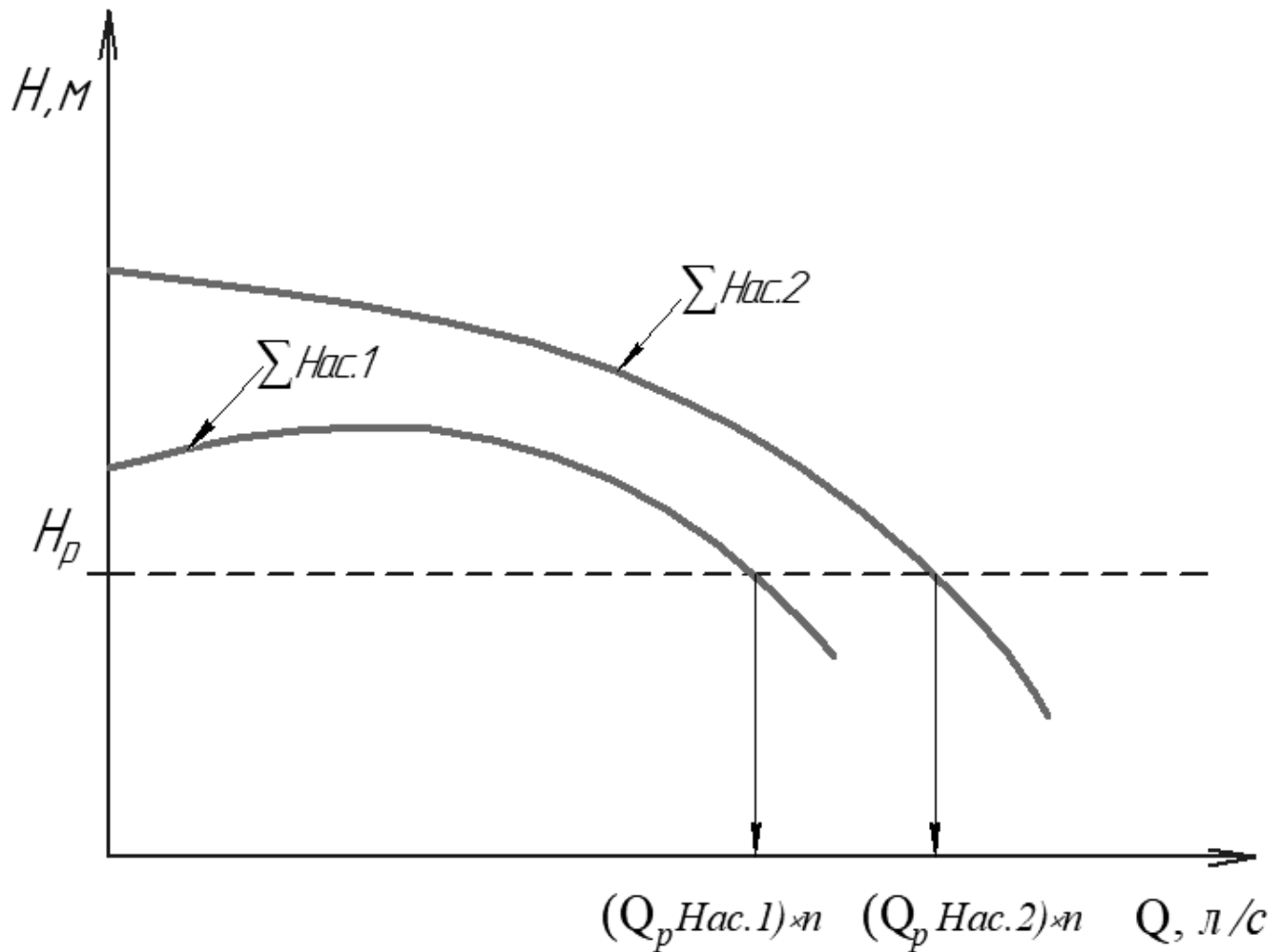


Рисунок 2.1 Сумарна Характеристика насосів

Якщо один з насосів має напір менше, ніж інші, то він може бути підключений на паралельну роботу тільки в поле рекомендованої роботи. У цьому випадку вибирають насоси однотипні або з близькими характеристиками.

Для того щоб побудувати сумарну характеристику сумарної роботи насосів при їх паралельній роботі, необхідно помножити координати абсциси (подачі Q) на кількість насосів, при незмінних ординатах (напорі H).

Наприклад, для знаходження робочої точки сумарної характеристики $Q - H$, необхідно помножити відстань від точки початку координат до робочої точки насоса на кількість насосів $Q_{p\text{Нас.}} \cdot n$, де n – кількість насосів. Таким ж чином знаходять і інші точки сумарної характеристики.

2.9 Визначення потужності необхідної для привода насоса

Знаючи значення напору Q_p і подачі H_p у робочій точці (рис. 2.1) розраховуємо корисну потужність насоса:

$$N_{\text{кор}} = \frac{\rho \cdot Q_p \cdot H_p}{\eta}, \text{ Вт}$$

де ρ – густина води при $t^\circ = 20^\circ \text{C}$, $\rho = 998,2 \text{ кг/м}^3$;

η – коефіцієнт корисної дії насоса (ККД), визначений в процентах %.

Розраховуємо необхідну потужність електродвигуна:

$$N_{\text{ед}} = K \cdot N_{\text{кор}}, \text{ кВт}$$

де $K = 1,1$ – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна, який потрібний стабільної роботи і підвищення його ресурсу.

2.10 Розрахунок рівнів геометричної висоти всмоктування та відмітки рівня вісі насоса

Допустимий рівень висоти розташування вісі насоса відносно ватерлінії (верхнього рівня води) визначає ступінь заглиблення фундаменту, що визначає вартість конструкції. При розрахунку рівня води у джерелі приймається мінімальне значення цієї величини, виходячи з гідрологічних даних по місцевості.

Швидкісний напір всмоктуючого трубопроводу визначається:

$$H_{шв} = \frac{\alpha \cdot V_{вс}^2}{2g}, \text{ м}$$

Знаючи характеристику насоса $H = f(Q)$ при його роботі в робочій точці (робочою характеристикою) за паспортними даними насоса визначається допустима вакуумна висота насоса, $H_{вак}$, м.

Розрахунок допустимої геометричної висоти всмоктування виконується, м:

$$H_{вс}^{доп} = H_{вак} - H_{шв} - h_{вс}, \text{ м}$$

Розрахунок відмітки рівня вісі насоса:

$$Z_{в.н} = Z_{min} + H_{вс}^{доп}, \text{ м}$$

Відмітка зрізу фундаменту розраховується:

$$Z_{\phi} = Z_{в.н} - h_{нас} - h_{пл}, \text{ м}$$

де $h_{нас}$ – висота рівня вісі насоса, м;

$h_{пл}$ – висота верхнього рівня плити (рами), м.

Розрахунок відмітки підлоги, м:

$$Z_{під} = Z_{\phi} - h_{\phi}, \text{ м}$$

де h_{ϕ} – висота верхнього рівня опорного фундаменту НА над підлогою,

$h_{\phi} = 0,1 - 0,15$ м.

2.11 Розрахунок характеристик для підбору дренажних насосних установок

Дренажні насосні установки призначені для відкачки з підземної частини насосної станції ґрунтових вод проникаючих через стіни будови, протікань через сальники і води витікаючої під час ремонту обладнання, або в

аварійних випадках. Для збору дренажних вод в машинному залі створюється дренажний колодязь. Об'єм дренажного колодязя приймають рівним подачі дренажного насосу протягом 10 хв. Підлога машинного залу насосної станції проектується з похилом до дренажного колодязя ($i = 0,005$). Вода к колодязю підводиться дренажними лотками, розташованими у стін. Приймається не менш двох дренажних насосів (один робочий та один резервний) марки ВКС, або заглиблений центробіжний моноблочний каналізаційний насос марки ЦМК. Пуск і відключення насосів проводиться автоматично від поплавкових реле рівнів в дренажному колодязі. Насосі ВКС встановлюються на фундаментах, а ЦМК опускаються в колодязь. Подача дренажних насосів визначається по формулі:

$$Q_d = 1,5(\sum q_1 + q_2) , \text{л/с}$$

де $\sum q_1$ – сумарні протікання через сальники, по 0,05...0,1 л/с на кожне сальникове ущільнення;

q_2 – об'єм ґрунтових вод проникаючих через стіни будови, л/с.

Орієнтовно q_2 визначають по формулі:

$$q_2 = 1,5 + 0,001W, \text{л/с}$$

де W – об'єм частини машинного залу, розташованої нижче рівня ґрунтових вод, м³.

Об'єм дренажного колодязя визначається як 10 хвилинну роботу насоса, тобто:

$$W_{\text{дк}} = \frac{t \cdot Q_d \cdot 60}{1000}, \text{м}^3$$

де $t = 10$ хв. – час роботи насоса.

Відмітку верхнього рівня фундаменту дренажних насосів призначимо на 0,1 м більше, ніж верхня відмітка фундаменту робочих насосів:

5.3 Економічне обґрунтування

Площу яку зрошує дощувальна машина за сезон обчислюється:

$$F_0 = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{доб}} \cdot D_{\text{min}} \cdot (1 - 0,01 \cdot Q_v),$$

де $W_{\text{год}}$ – погодинна продуктивність за одну годину експлуатації при середній по кліматичній зоні поливній нормі, га/год;

$T_{\text{доб}}$ – тривалість роботи на добу, год

D_{min} – тривалість між поливами в критичний період, діб

Q_v – витрата води на випаровування, % $Q_v = 1,12$

$$И = А + Р_{\text{т}},$$

де $И$ – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

$А$ – амортизаційні відрахування, грн/га;

$Р_{\text{т}}$ – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн/га;

Амортизаційні відрахування:

$$А = \frac{Б_{\text{м}} \cdot a}{100 \cdot В_{\text{г}}}$$

де $Б_{\text{м}}$ – балансова вартість машини, грн.;

a – тривалість між поливами в критичний період

$$P_{\text{заг}} = \frac{\text{ПР}}{\text{ВВ}_3} \cdot 100\%,$$

де ПР – прибуток отриманий від торгівлі продукцією, тис. грн.

ВВ_3 – затрати на вирощування та зберігання продукції, тис. грн.

Показником, що характеризують ефективність інвестиційних вкладень є строк їх окупності. Останній характеризує період часу, протягом якого здійснюється повернення інвестицій. Визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{KB(IB)}{\Delta\P},$$

де $T_{ок}$ - строк окупності інвестиційних витрат;

KB - сума капітальних вкладень (інвестиційних витрат), тис. грн.;

$\Delta\P$ - приріст прибутку в результаті вкладення інвестицій, тис. грн.;

Приріст прибутку визначається різницею між прибутком від реалізації при краплинному зрошенні та поверхневому дощуванні.

Показники економічної ефективності обґрунтування використання технології дощування при вирощуванні кукурудзи наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Економічні показники ефективності використання технології дощування для зрошення кукурудзи

Показники	Існуюча технологія	Проект	Відхилення	
			+/-	%
Урожайність, ц/га	80,0	220,0	140,0	275,0
Плодоносна площа, га	0,6	0,6	-	100,0
Валове виробництво, ц	48	132	84,0	275,0
Виробничі витрати, грн.	51000,0	86899,0	35899,0	170,4

Реалізовано, тис ц	500,0	1000	82,3	275,0
Собівартість 1 ц реалізованої продукції, грн.	1084,2	671,8	-412,4	62,0
Ціна реалізації, грн./ц	1500,0	1500,0	-	100,0
Виручка від реалізації, млн. грн.	70,6	194,0	123,5	275,0
Прибуток від реалізації, млн. грн.	19,56	107,14	87,58	5,4р.
Прибуток від реалізації на 1 ц, грн./ц	415,8	828,2	412,4	199,2
Рівень рентабельності виробництва, %	38,4	123,3	84,9	x
Інвестиційні витрати на реалізацію проекту, млн.грн.		19,075	x	x
Строк окупності інвестиційних витрат, років		0,2	x	x

Висновки

Результати наведених розрахунків щодо обґрунтування використання системи фронтального дощування при вирощуванні кукурузи свідчать, що ефективність заходів с модернізації є достатньо ефективні

Застосування даної технології має можливість збільшити урожайність кукурудзи на 50 ц/га. Це досягається за рахунок зрошення та захисту від літньої посухи. Незважаючи на значне зростання виробничих витрат (70,4%) собівартість виробництва 1 ц скорочується з 1084,2 грн./ц до 671,8 грн./ц, що становить 48%. При постійному рівні ціни реалізації розмір отриманого прибутку може збільшитись у 5 разів, а розмір прибутку в розрахунку на 1 ц кукурудзи – вдвічі. Рівень рентабельності виробництва зростає майже на 85%. Одночасно при розрахунках не враховувалось, що використання даної технології покращує якість та зовнішній вигляд плодів, що напряду впливає на формування ціни реалізації.

Модернізація є достатньо капіталомісткою розмір інвестиційних витрат за розрахунками становить 19,5 млн. грн., проте при використанні на площі в 986 га інвестиції в технологію окупляться менш ніж за один сезон.