

В.І. Мандрус, к. т. н., доц., З.В. Лаврівський, Р.З. Капець, О.Ю. Сікора (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

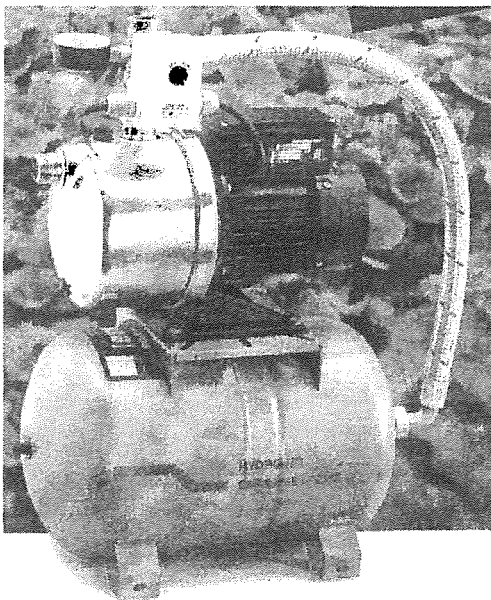
ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАЛИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

За спрощеною методикою визначена характеристика насоса станції водопостачання Hydrojet з подачею до 5 м³/год (1,4 л/с). Встановлено, що в малих будинках цей насос працює в лівій частині характеристики із зменшеними ККД. Для ефективного використання електроенергії в невеликих будинках, в яких звичайно витрата води становить 0,2-0,3 л/с, доцільно використовувати станції з подачею до 2 м³/год (0,56 л/с). Їх максимальний ККД буде при подачах біля 0,3 л/с.

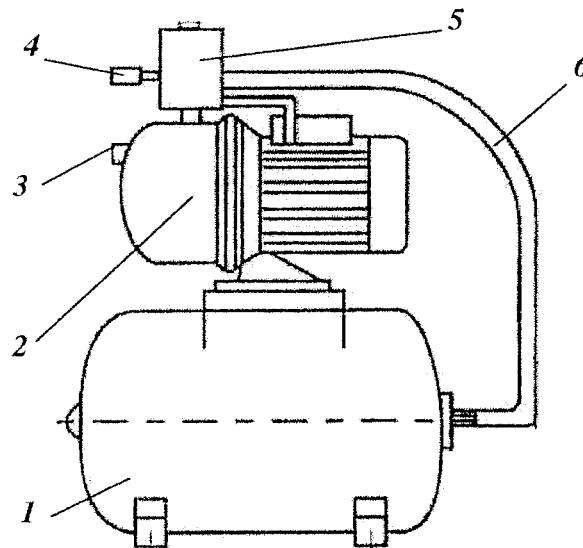
Чисельні фірми світу випускають автоматизовані насосні агрегати (АНА) під різними назвами [1,2,3]:

- установка для підвищення тиску;
- гідрофорна установка;
- мала автоматизована водна система;
- приватна станція водопостачання;
- пневматична водонапірна установка;
- автоматична установка водопостачання тощо.

На рис. 1, як приклад, представлено зовнішній вигляд одного з найпоширеніших АНА – приватної станції водопостачання моделі Hydrojet всесвітньовідомої фірми “Grundfos”. Ця станція складається з відцентрового насоса, електродвигуна з незмінною частотою обертання вала та напірного бака ємністю 24 л з гумовою мембраною грушоподібної форми, яка поділяє бак на дві частини – повітряну та водну.



a



б

Рис. 1. Станція водопостачання Hydrojet фірми “Grundfos”:

*a – загальний вигляд; б – схема: 1 – напірний бак; 2 – насос з електродвигуном;
3 – всмоктувальний патрубок; 4 – нагнітальний патрубок; 5 – пульт керування;
6 – шланг*

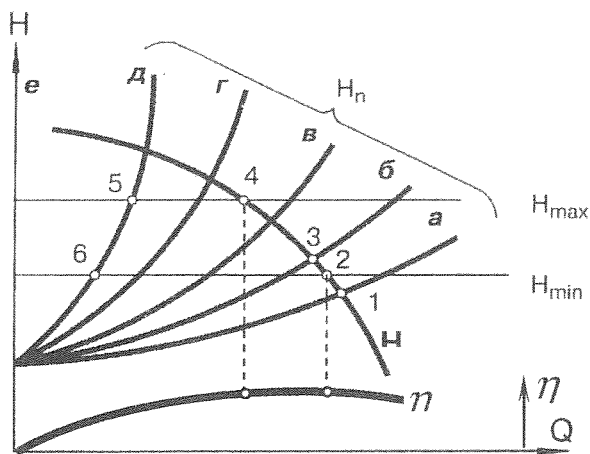


Рис. 2. Характеристика спільної роботи АНА з трубопроводною

мінімального H_{\min} напорів, які можна змінювати. При повністю відкритих водорозбірних кранах (лінія а) робочою точкою буде точка 1. При невеликому закриванні кранів характеристика мережі переміститься вгору і буде зображена, наприклад, лінією б. Робочою точкою буде точка 3. При подальшому закриванні кранів робоча точка переміститься вгору, доки не сягатиме точки 4 з максимальним напором, в якій двигун вимкнеться. Якщо при частково закритих кранах характеристика мережі проходить по лінії, наприклад, д, то під дією максимального напору повітря у напірному баці вода витікатиме в мережу з параметрами Q_5 і H_5 (точка 5). Далі при характеристиці мережі за лінією д витікання води проходитиме лінією 5–6 і в точці 6 двигун вимкнеться. Насос буде працювати в робочій точці 2 з подачею Q_2 , а в мережі витрата води буде Q_6 . Різниця витрат $Q_2 - Q_6$ надходитиме в бак. При заповненні бака напір повітря в ньому збільшуватиметься за лінією 2–4, а витрата води в мережі – за лінією 6–5. При досягненні точки 4 двигун вимкнеться і цикл руху води повториться.

При правильно вибраних значеннях максимального і мінімального напорів H_{\max} і H_{\min} точкам 2 і 4 повинні відповідати значення ККД $\eta = 0,9 \cdot \eta_{\max}$. Інтервал між точками 2 і 4, якому притаманні високі значення ККД, називається робочою частиною характеристики.

Отже, автоматичність роботи АНА полягає в тому, що при досягненні максимального напору насос зупиняється, а вода поступає в мережу під дією стисненого повітря в напірному баці. При зменшенні напору до мінімального насос вмикається і нагнітає воду в мережу і напірний бак. Такий режим подачі води заощаджує електроенергію і зменшує час роботи насоса і електродвигуна.

Для забезпечення більшої подачі води АНА комплектують потужнішими або декількома насосами і напірними баками збільшеної ємності.

Практика експлуатації станції Hydrojet в дослідному господарстві за 8 років свідчить про надійну її роботу, тобто чітке автоматичне вмикання насоса при відкриванні водорозбірного крана і також автоматичне вимикання насоса при закриванні крана. За цей період станція ні разу не зіпсувалася, не виникало потреб замінювати якісь частини агрегату.

Однак пересічний користувач зазнає певних труднощів, які обумовлені відсутністю інструкцій, що не входять в комплект документації.

По-перше, при пуску станції повітряну частину бака 1 (див. рис. 1) необхідно заповнити повітрям під певним тиском автомобільним або велосипедним насосом. Нами експериментально встановлено, що для чіткого вмикання та вимикання насоса станції Hydrojet тиск повітря повинен бути 2,5–3 кгс/см². При меншому тиску вмикання та вимикання насоса відбуваються хаотично та часто.

Даний агрегат обладнаний манометром з давачами регульованих значень максимального та мінімального тисків і електронним блоком керування. Станція призначена для водопостачання одно- і двоквартирних будинків та інших невеликих об'єктів з витратою води до 5 м³/год і максимальним напором 50 м.

Роботу такого агрегату пояснимо за допомогою графіка (рис. 2), на якому лінія H означає характеристику насоса, лінії H_n – характеристики можливої мережі з повністю відкритими водорозбірними кранами (лінія а), частково відкритими кранами (лінії б, в, г, д), повністю закритими кранами (лінія е, яка збігається з віссю напору H), горизонтальні лінії – значення максимального H_{\max} і

По-друге, неясно, чи насос працює в економічному режимі, тобто при високих ККД. На жаль, в робочій документації станції Hydrojet відсутня характеристика ККД. Технічно грамотний користувач може і сам зняти цю характеристику.

Для цього під час роботи станції потрібно зробити 5-7 замірів таких параметрів, як об'єм води W , наприклад відро ємністю 10 л, час t заповнення відра в с, тиск на манометрі p_m в кгс/см², висоту всмоктування насоса h_v , тобто відстань по вертикалі від рівня води в колодязі (свердловині) до осі насоса, число обертів n_d диска електролічильника за 3 хв. Далі для кожного заміру потрібно обрахувати найважливіші параметри: витрату Q , споживану потужність N насоса, напір насоса H , корисну (гідравлічну) потужність N_r насоса, ККД.

Для розрахунків використані такі формули:

Витрата води $Q = W : t$, л/с;

Напір насоса $H = 10 p_m + h_v$, м;

Гідравлічна потужність $N_r = \rho g Q H = 1000 \cdot 9,8 \cdot Q H$, Вт.

(При підрахунку потужності N_r витрату треба визначити в м³/с).

Споживана потужність визначалася з таких міркувань: оскільки 450 обертів диска електролічильника становлять 1кВт·год = 60000 Вт·хв, то за 1 оберт витрачено електроенергії 60000 : 450 = 133,3 Вт·хв. Під час експерименту насос працював 3 хв, тому за 1 хв витрачено 133,3 : 3 = 44,4 Вт·хв. Отже, споживана потужність $N = 44,4 n_d$, Вт.

Коефіцієнт корисної дії $\eta = N_r : N$.

Описаним способом нами знята робоча характеристика установки Hydrojet з максимальною подачею 5 м³/год (1,4 л/с). Всі заміряні параметри наведені в табл. 1, а розраховані параметри характеристики – в табл. 2.

Таблиця 1

Заміряні параметри характеристики

№ № замірів	Об'єм води, W , л	Час наповнення, t , с	Показ манометра, p_m , кгс/см ²	Висота всмоктування насоса, h_v , м	Число обертів диска електролічильника за 3 хв, n_d
1	10	59	4,0	5	9,5
2	10	29	3,5	5	10
3	10	23	3,2	5	9,5
4	10	21	3,1	5	10
5	10	18,5	2,9	5	10

Таблиця 2

Розраховані параметри характеристики

№ № замірів	Витрата, Q , л/с	Напір насоса, H , м	Гідравлічна потужність, N_r , Вт	Споживана потужність, N , Вт	ККД, η , %
1	0,17	45	76	422	18
2	0,34	40	136	444	31
3	0,43	37	159	422	38
4	0,48	36	173	444	39
5	0,54	34	184	444	42

За даними табл. 2 побудована характеристика насоса в графічній формі (рис. 3). Характеристика напору H проходить, як і у всіх відцентрових насосів: при збільшенні подачі напір зменшується. Значення ККД змінювались від 0, при всіх закритих кранах, до 0,42, при повністю відкритих кранах. З рис. 3 видно, що лінія ККД ще не досягла свого максимуму, якому відповідають середні подачі (0,6–0,8 л/с).

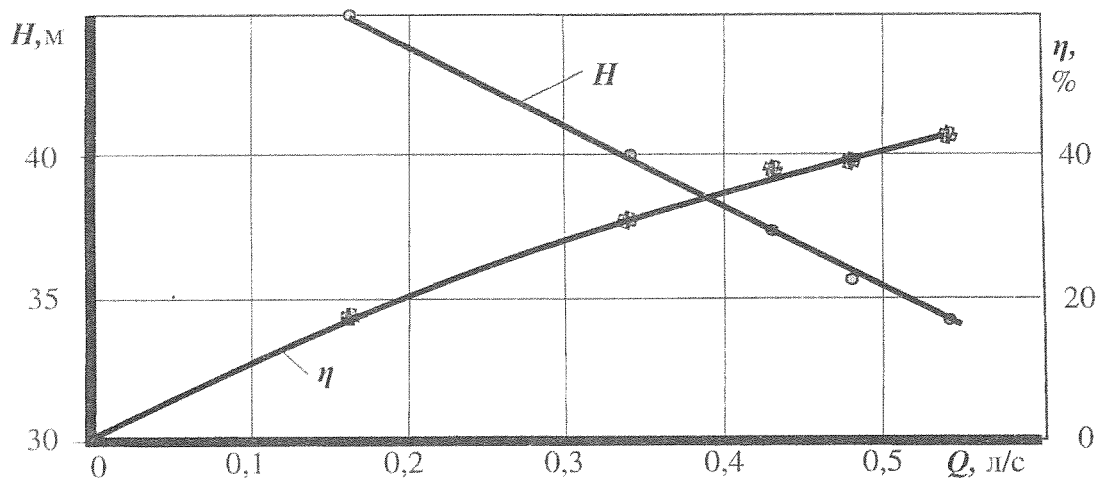


Рис. 3. Характеристика станції Hydrojet

Без зупинки насос працював в діапазоні подач від 0,17 до 0,54 л/с. З меншими подачами при зупиненому насосі вся вода подавалася з бака до водорозбірного крана під дією тиску повітря в баку, а під час роботи насоса одна частина води йшла в бак, друга – до водорозбірного крана. При всіх відкритих кранах у даному водопроводі подача сягала 0,54 л/с.

В реальних обставинах всі крани одночасно не відкривають, тому максимальна витрата буде меншою від 0,54 л/с. За методикою, наведеною у СНиП [4], розраховано, що в приватних будинках, які обладнані всіма сучасними сантехнічними приладами, максимальна секундна витрата води для 2-х мешканців становить 0,25 л/с, для 6 – 0,35, для 12 – 0,45 л/с. В дослідному будинку проживає троє мешканців, а водопровід оснащений шістьма точками водорозбору. Отже, в реальних умовах дана установка працює в лівій частині характеристики з низьким ККД – від 0 до 30 %.

Таким чином; з точки зору ККД, тобто ефективного використання електроенергії, в одно- і двоквартирних приватних будинках доцільно використовувати насосні установки з максимальною подачею до 2 м³/год (0,56 л/с), наприклад, Wilo-Jet HWJ-201 [3]. Їх максимальний ККД знаходиться при подачах біля 0,3 л/с.

Відмітимо ще одну особливість при використанні станції Hydrojet. При роботі з невеликими подачами (ліворуч точки 4 на рис. 2), коли насос працює періодично, витрата води в трубопроводі залежно від ступеня відкривання крана коливається в діапазоні 0 – 0,17 л/с. Якщо вода проходить через газову колонку, температура води також коливається разом з витратою. Це спричинює певну незручність в домашньому господарстві.

Висновки:

1. Для чіткого вмикання та вимикання насоса станції Hydrojet тиск повітря в напірному баці повинен бути 2,5–3 кгс/см².
2. Дана насосна установка в дослідному господарстві працює в лівій частині характеристики з низьким ККД – від 0 до 30 %, тобто з низькою ефективністю.
3. З точки зору ККД, тобто ефективного використання електроенергії, в одно- і двоквартирних будинках доцільно використовувати насосні установки з максимальною подачею до 2 м³/год (0,56 л/с), наприклад, Wilo-Jet HWJ-201. Їх максимальний ККД буде при подачах біля 0,3 л/с. При менших витратах електроенергії зменшуються ризики загоряння електрообладнання.
4. При роботі з невеликими подачами, коли насос працює періодично, витрата води в трубопроводі коливається в діапазоні 0–0,17 л/с. Якщо вода проходить через газову колонку, температура води також коливається разом з витратою. Це спричинює певну незручність в домашньому господарстві.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мандрус' В.І. Автоматизовані помпові установки для водопостачання. Ринок інсталяційний № 12.– 1998.– С. 7-8.
2. GRUNDFOS GmbH. Catalog 1995, Deutschland.
3. WILO. Каталог насосного обладнання. 2002/2003.
4. Внутренний водопровод и канализация зданий. СНиП 2.04.01–85.– М.: Стройиздат.–1986.– 56 с.

УДК 667.621:666.29

О.Ф. Бабаджанова, к. т. н., доц., Н.М. Годованець (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України)

ЗМОЧУВАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ОРГАНІЧНИХ ВОДОРОЗЧИННИХ ЗВ'ЯЗНИХ ДЛЯ ФАРБОВИХ КОМПОЗИЦІЙ

Проведено дослідження водорозчинних зв'язних фарбових композицій для формування декоративних склоподібних покриттів. Визначено змочувальні властивості: змочувальну здатність зв'язного на основі розчинів метил-, карбоксиметилцелюлози і поліетиленгліколів по відношенню до порошку легкоплавкого скла та кут змочування поверхні скла зв'язним

Постійно зростає негативний вплив основних типів промислового виробництва на навколишнє середовище. Виробничі майданчики більшості підприємств, що використовують декорування скла силікатними фарбами, розташовані в сельбищній зоні.

Силікатна фарба – це композиція зв'язного і порошку легкоплавкого скла з пігментом. Для традиційних фарбових композицій в якості плівкоутворювачів застосовують рослинні масла, природні та синтетичні смоли; в якості розчинників - скипидар, уайт-спірит, тетралін, бензол; в якості пластифікаторів - дибутилфталат, трикрезилфосфат, поліхлордифеніл [1,2]. Більшість з них є токсичними легкозаймистими рідинами, пара яких з повітрям здатна утворювати вибухонебезпечні суміші та забруднювати навколишнє середовище [3].

Зв'язне, що містить, як правило, плівкоутворювач, розчинник і пластифікатор, надає фарбі необхідних властивостей друку та утримує її на поверхні підкладу до випалу.

Процес друку із застосування силікатної фарби визначається її зв'язним, адгезією фарби для друку до елементів форми для друку і підкладу, змочуванням форми для друку, адгезійною взаємодією при контакті фарби для друку з поверхнею виробів, одночасним змочуванням нею цієї поверхні. Вивчення змочування і факторів, що впливають на нього, є важливою умовою для успішного вирішення практичних задач виробництва.

Добре розтікання силікатної фарби по виробу залежить від здатності розтопу фарби змочувати поверхню. Мірою змочуваності є кут змочування. Відомо [1, 5], що зниження поверхневого натягу розтопу сприяє змочуванню, тому, як правило, до силікатних фарб додають речовини, які знижують їх поверхневий натяг. Значний вплив на змочування мають природа змочуваної поверхні та склад рідини. Змочування є обов'язковою умовою адгезії, прилипання, зчеплення фарбової композиції з виробом, що декорується.

До зв'язних силікатних фарбових композицій висуваються такі вимоги: добре змочувати фарбу і поверхню скла та легко продавлюватись через трафарет; володіти здатністю закріплювати фарбу на склі; зв'язне повинно вивітрюватись і повністю вигоряти, не викликаючи бульбашок, перш ніж буде досягнута температура топлення фарби; після нанесення на скло композиція повинна швидко висихати без розтікання фарби, але не