

УДК 624.132

В.М. Смірнов, к. т. н., проф.;
В.П. Головань, к. т. н., доцент;
В.С. Лук'яненко (КНУБА, Київ)

СПЕЦІАЛЬНЕ КІВШОВЕ БУРИЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ З РОЗДІЛЬНИМ ОБЕРТАННЯМ РІЗАЛЬНИХ ЧАСТИН ТА ВІДЦЕНТРОВИМ РОЗВАНТАЖЕННЯМ НАКОПИЧУВАЧА

АНОТАЦІЯ. В статті наведено результати досліджень по вдосконаленню ківшових робочих органів бурильних машин для буріння свердловин в півзв'язних ґрунтах, в яких їх доцільно використовувати. Запропонована нова конструкція ківшового бура з відцентровим розвантаженням накопичувача, в якому (з ціллю підвищення ефективності руйнування ґрунту) різальні частини – внутрішня і зовнішня, обертаються за різними швидкостями. Для їх обертання пропонується використовувати механізми, що мають співвісні вихідні вали.

Ключові слова: свердловина, ківшовий бур, накопичувач, відцентрове розвантаження.

АННОТАЦИЯ. В статье приведены результаты исследований по усовершенствованию ковшовых рабочих органов бурильных машин для бурения скважин в полусвязных грунтах, в которых их рационально использовать. Предложена новая конструкция ковшового бура с центробежной разгрузкой накопителя, в котором с целью повышения эффективности разрушения грунта режущая часть – внутренняя и внешняя, вращаются с разными скоростями. Для их вращения предлагается использовать механизмы, которые имеют соосные выходные валы.

Ключевые слова: скважина, ковшовый бур, накопитель, центробежная разгрузка.

SUMMARY. To the article the results of researches are driven on the improvement of scoop working organs of boring machines for well-drilling in semi coherent soils in that them rationally to use. The new construction of scoop bore is offered with the centrifugal unloading of store in that with the purpose of increase of efficiency of destruction of soil cutting part - internal and external, revolved with different speeds. For their rotation it is suggested to use mechanisms that have output billows.

Keywords: mining hole, scoop bore, store, centrifugal unloading.

Вступ

Буріння свердловин для будівельного виробництва в різних ґрунтах, а також в складних гірничо-геологічних умовах, пов'язане з необхідністю використання різних видів бурильного обладнання призначеного для ефективної роботи в певних ґрунтах. Так, для буріння свердловин великих діаметрів (до 350...400 мм) в міцних ґрунтах доцільно використовувати лопатеві та спіральні бури суцільного руйнування, які оснащені різцями з твердосплавними вставками.

Для буріння свердловин великих діаметрів (400...900 мм) доцільно використовувати кільцеві бури, які руйнують ґрунт, створюючи кільцевий проріз, з наступним видаленням керна, що утворюється в кільцевому корпусі.

При роботі в складних гірничогеологічних умовах, як, наприклад, при бурінні дрібношарових або зцементованих порід – галечнику, щебеню, коли стінки свердло-

вини можуть обсіпатись, не створюючи чітких границь, є доцільним використання ківшових бурів, які видаляють ґрунт із свердловини за допомогою накопичувачів з наступним їх розвантаженням зовні.

Виклад основного матеріалу

Розроблена раніше конструкція ківшового бура з відцентровим розвантаженням накопичувача випробувана на моделі, виготовленій в масштабі 1:10, показала роботоздатність і високу ефективність використання, так як керування процесом розвантаження здійснюється без участі додаткового робочого обладнання та персоналу, що і є основною перевагою такої конструкції [1]. В даній розробці пропонується вдосконалення ґрунторуйнівної частини вказаного ківшового бура, що дозволить ще більшою мірою підвищити ефективність його використання.

Схема модернізованої конструкції ківшового бура з відцентровим розвантажен-

ням накопичувача і з роздільним обертанням ґрунторуйнівних частин показана на рис. 1.

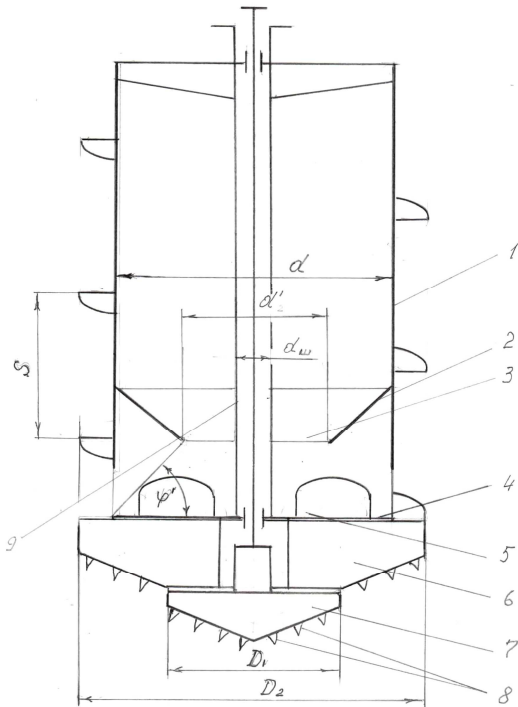


Рис. 1. Схема ківшового бура з відцентровим розвантаженням накопичувача та роздільним обертанням ґрунторуйнівних частин

Бур складається із циліндричного корпусу 1, що є бункером – накопичувачем, який має конусне звуження 2 в нижній частині біля розвантажувального отвору 3. Під ним закріплено тарілчастий відцентровий розвантажувальний пристрій у вигляді диска 4 та бокових розвантажувальних отворів 5 в циліндричному корпусі накопичувача.

Ґрунторуйнівний пристрій, що знаходиться під бункером–накопичувачем складається із зовнішньої 6 та внутрішньої 7 частин лопатевого або спірального бура.

Для різання міцних порід вони оснащені відповідними різальними елементами – різцями з твердосплавними вставками 8.

Для забезпечення можливості обертання складових частин запропонованого бурильного робочого органа з різними швидкостями необхідна розробка спеціального обертальника, який має вихідні співвісні вали, що можуть приводити до дії внутрішню та зовнішню складові ґрунторуйнівної частини, обертаючи їх з різними швидкостями. Роздільне обертання можливо одержати за рахунок використання пристрою з

двома двигунами, які обертають відповідні вали зубчастого редуктора (рис. 2, а) або з одним (рис. 2, б), в якому різні швидкості обертання співвісних вихідних валів досягаються за рахунок планетарної передачі.

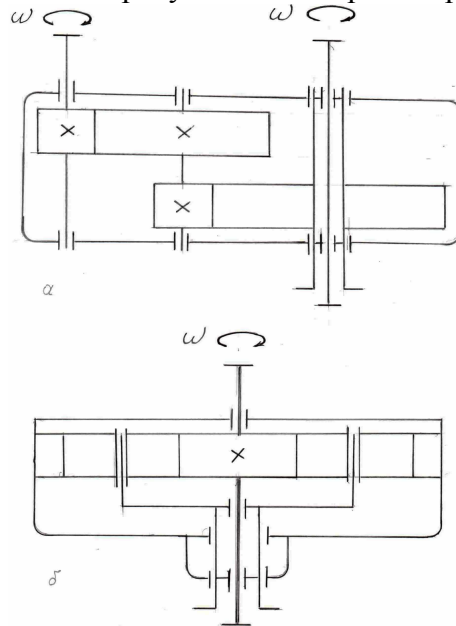


Рис. 2. Схема обертальників з співвісними вихідними валами: а – з двома вхідними валами; б – з планетарним механізмом

В проведених раніше дослідженнях [2] по створенню робочого органа з роздільним обертанням складових різальної частини за допомогою планетарного механізму розроблені рекомендації з виробу його конструктивних параметрів. Із проведеного аналізу швидкостей за різних співвідношень розмірів внутрішньої і зовнішньої ґрунторуйнівних частин робочого органа встановлено, що за оптимальні слід приймати співвідношення діаметрів за формулою

$$D_1 = \frac{D_2}{3},$$

і передаточне відношення i між співвісними валами

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = 4,$$

де D_1, D_2 - діаметри внутрішньої та зовнішньої складових ґрунторуйнівної частини, відповідно; ω_1, ω_2 та n_1, n_2 - кутові швидкості і частоти їх обертання, відповідно.

Незважаючи на незначне збільшення швидкості обертання середньої складової ґрунторуйнівної частини, що має місце за

таких значень діаметрів і передаточного відношення, це покращує умови роботи різців, що розташовані ближче до центра бура, швидкість яких в суцільних конструкціях приймає недопустимо малі значення.

Для ефективної роботи нового ківшового робочого органа з роздільним обертанням різальних частин як і для існуючих шнекових бурів суцільної конструкції, необхідно виконувати розробки нових більш ефективних різальних елементів, а також застосувати існуючі. Рекомендації по вибору і розстановці різців для роботи на різних грунтах та розрахунку сил різання наведені в літературі [2, 3].

Ківшовий бур з відцентровим розвантаженням бункера-накопичувача є більш складною конструкцією, ніж шнекові або кільцеві робочі органи, так як включає крім ґрунторуйнівної і транспортуючої систем, розвантажувальний пристрій. Для нормальної роботи такого робочого органа важливим є узгодження їх конструктивних параметрів для забезпечення кожним пристроєм потрібної продуктивності або пропускної здатності при бурінні.

Раніше розроблені рекомендації по вибору конструкцій бункера-накопичувача та завантажувально-розвантажувальних пристроїв, які з деякими поправками (в зв'язку із конструктивними змінами) можливо застосовувати для розробки даної конструкції бурильного робочого органа (рис. 1), наведені в літературі [3]. Основними з них є наступні розрахунки і вибір параметрів:

1. Аналіз транспортуючої спроможності шнека, для чого визначаються його продуктивність $\Pi_{ш}$ та критичне (мінімальне) число обертів

$$\Pi_{ш} = 30k_n \left(\frac{D_2^2}{2} - \frac{d^2}{2} \right) s \alpha \varphi_3 \omega_2,$$

$$n_{кр} = 42,18 \sqrt{\frac{tg \alpha + f_{ш}}{d_c \rho (1 + tg \alpha \cdot f_{ш})}},$$

де k_n - коефіцієнт просипання ґрунту; D_2, d - зовнішній та внутрішній діаметри шнека (рис. 1); s - крок витків шнека; α - кут підйому шнека; φ_3 - коефіцієнт заповнення шнека; ω_2 - кутова швидкість зовні-

шньої частини бура; $f_{ш}$ - коефіцієнт тертя зруйнованого ґрунту по шнеку; d_c - середній діаметр витків шнека ($d_c = \frac{D_2 + d}{2}$); ρ - коефіцієнт внутрішнього тертя зруйнованого ґрунту.

2. Для забезпечення нормальної роботи розвантажувального пристрою, який знаходиться під бункером-накопичувачем, визначаються оптимальні розміри його елементів. Розрахункова схема розвантажувального пристрою подана на рис. 3.

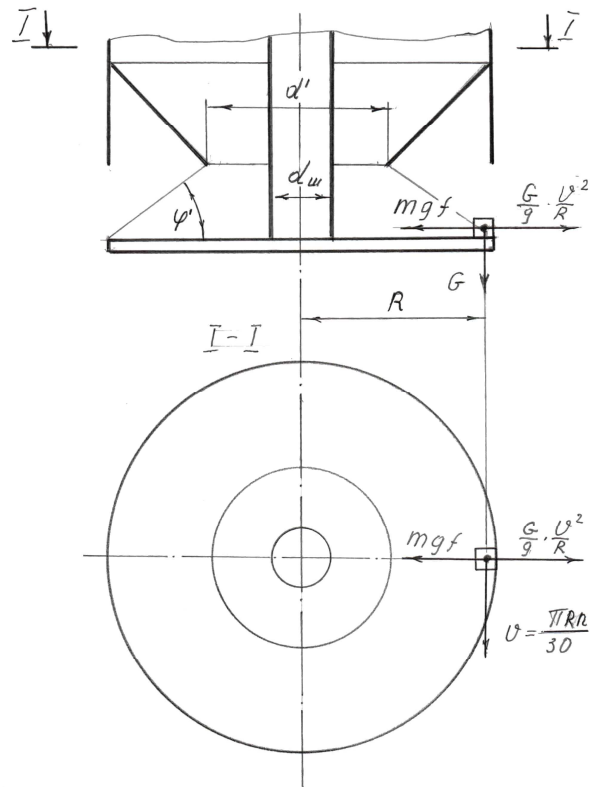


Рис. 3. Розрахункова схема розвантажувального пристрою

Мінімальна площа розвантажувального отвору бункера-накопичувача, якщо прийняти гідравлічний спосіб висипання ґрунту, може бути визначена за емпіричною формулою [1], тобто

$$F = 6,25(a_{cp} + 0,08)^2 tg^2 \rho,$$

де a_{cp} - середній розмір куска, м; ρ - кут внутрішнього тертя ґрунту.

В даній конструкції через середню частину отвору накопичувача проходить штанга бурильного обладнання 9 (рис. 1), площу якої $F_{ш}$ і діаметр $d_{ш}$ слід враховувати при визначенні загальної площі і діаметра роз-

вантажувального отвору, тому загальна площа F' буде дорівнювати

$$F' = F + F_{ш}; F_{ш} = \frac{\pi d_{ш}^2}{4},$$

і діаметр розвантажувального отвору

$$d' = 2\sqrt{\frac{F'}{\pi}}.$$

3. Для забезпечення відцентрового розвантаження із бункера-накопичувача ґрунту розглянемо взаємодію його з розвантажувальним диском.

Сила, що діє на частку ґрунту вагою G , спрямована вниз перпендикулярно до поверхні розвантажувального диска і створює силу тертя об його поверхню

$$G \cdot f = m \cdot g \cdot f,$$

де m - маса частки ґрунту; g - прискорення сили вільного падіння; f - коефіцієнт тертя.

При обертанні частки ґрунту разом з розвантажувальним диском з коловою швидкістю v (на краю диска), виникає діюча на частку відцентрова сила

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot R \cdot \omega^2,$$

де R - радіус диска; ω^2 - кутова швидкість обертання.

Найбільша швидкість на границі диска, за якої частка ґрунту обертається разом з ним (критична швидкість $v_{кр}$) знайдеться із рівняння

$$m \cdot R \cdot \omega^2 - m \cdot g \cdot f = 0.$$

Враховуючи, що $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{v}{R}$, знайдемо

критичну швидкість $v_{кр}$, при перевищенні якої почнеться відцентрове розвантаження диска

$$v_{кр} \geq \sqrt{gfR},$$

та критичну частоту обертання

$$n_{кр} \geq 30\sqrt{\frac{f}{R}}.$$

При підвищенні частоти обертання бура з розвантажувальним пристроєм збільшується швидкість розвантаження.

Висновок

Запропонована нова конструкція робочого органа бурильного обладнання для роботи в слабозв'язних ґрунтах з роздільним обертанням її складових та підвищеною транспортуючою спроможністю за рахунок використання бункера-накопичувача та пристрою для його відцентрового розвантаження.

Так як ківшове бурильне обладнання використовують в основному для буріння свердловин великих діаметрів (750-900мм), то є доцільним його поєднувати з новою конструкцією ґрунторуйнївної частини, складові якої (внутрішня і зовнішня) мають різні частоти обертання, що дає змогу здійснити вибір оптимальних величин швидкостей різання ґрунту кожним різцем. Збільшення частоти обертання середньої ґрунторуйнївної частини робочого органа дає змогу підвищити ефективність буріння різцями, розташованими ближче до центра бура, де їх швидкість в суцільних конструкціях не допустимо падає. Це дозволить зменшити енергоємність процесу буріння і підвищити стійкість різців.

Література

1. Головань В.П., Вольтерс О.Ю. Розробка і експериментальне дослідження нової конструкції ковшового бура з відцентровим розвантаженням накопичувача. – ГБДМ, № 55, 2000.
2. Смірнов В.М., Головань В.П., Олексїва А.Я. Визначення кінематичних та геометричних параметрів бурильного обладнання з роздільним обертанням складових різальної частини робочого органа. – ГБДМ, № 78, 2011.
3. Смірнов В.М., Головань В.П., Конопат О.П. Розробка та визначення конструктивних параметрів спеціального бурильного обладнання для роботи в складних ґрунтах. – ГБДМ, № 77, 2011.

Рецензент: Л.С.Пелевін, к.т.н., проф.
(КНУБА, Київ)

Отримано: 17.09.2012 р.