

Ковалевський С. Г., Разарьонов Л. В., Ярижко О. В.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ СКРЕПЕРНОГО ПОТЯГА

Проведено теоретичне дослідження з метою визначення раціональних параметрів набору і транспортування ґрунту напівпрічпним скрепером, що працює в складі потяга, при виконанні земляних робіт в дорожньому комплексі з будівництва автомобільних доріг і складських майданчиків. Показано, що максимально припустиме збільшення час набору ґрунту в ківші скрепера залежить від дальності транспортування. Робота в встановлених режимах дозволяє підвищити продуктивність машин.

Ключевые слова: скреперний потяг, продуктивність, ґрунт, транспортування

Вступ. Функціонування лісопромислового комплексу вимагає щорічного будівництва та ремонту лісовозних автомобільних доріг великої протяжності. Ефективність використання скреперів для цих цілей залежить від ряду факторів, таких як: параметри машин, стан забою і під'їзних шляхів, технології виробництва земляних робіт, дальності транспортування ґрунту, яка є одним з найбільш важливих моментів, що визначають доцільність їх застосування. Залежно від перерахованих факторів час набору і транспортування ґрунту може варіюватися в широких межах, визначення раціональних значень яких є актуальним завданням.

Аналіз публікацій. Як показує аналіз публікацій, одним із способів підвищення продуктивності скрепера є його робота в складі потяга утвореного двома однаковими машинами [1-4]. У режимі копання скрепери по черзі виконують функції додаткового тягача або штовхача, а транспортування ґрунту проводиться кожним скрепером самостійно [5-6].

Это обстоятельство с одной стороны, приводит к увеличению времени копания, с другой стороны разработка ґрунта скрепером в составе поезда ведется с большими толщинами стружки, что в свою очередь снижает путь и время заполнения каждого ковша. Кроме этого время копания не всегда равноценно влияет на увеличение времени цикла

Ця обставина з одного боку, призводить до збільшення часу копання, з іншого боку розробка ґрунту скрепером в складі поїзда ведеться з великими товщинами стружки, що в свою чергу знижує шлях і час заповнення кожного ковша. Крім цього час копання не завжди рівноцінно впливає на збільшення часу циклу [7-10].

Мета роботи. Метою даної роботи є визначення раціональних параметрів набору і транспортування ґрунту напівпрічпного скрепером, які працюють у складі потяга.

Основна частина. Продуктивність скрепера при роботі в складі потяга визначалася за формулою, яка враховувала ступінь заповнення ковша в різних режимах роботи

$$\dot{V} = \frac{3600 \cdot K_H \cdot V}{K_P \cdot T_{\dot{O}}}, \quad (1)$$

де V – геометричний об'єм ґрунту, який переміщується за один цикл, м³,

K_H – коефіцієнт наповнення ковша,

K_P – коефіцієнт розпушення ґрунту,

$T_{\dot{O}}$ – час циклу, с.

Час циклу, в свою чергу, може бути представлено самостійною функціональною залежністю загального вигляду

$$T_{\dot{O}} = \left(\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{v_i} \right) + t_{\dot{a}}, \quad (2)$$

де l_i – довжина різання, наповнення, переміщення, транспортування і т.д., м,

v_i – швидкість різання, наповнення, переміщення, транспортування і т.д., м/с,

$t_{\dot{a}}$ – додатковий час циклу, необхідний для маневрування при з'єднанні в потяг, с.

Оскільки при копанні ґрунтів скреперними потягами, кожен скрепер бере участь у наповненні двох ковшів, то час копання слід визначати по сумарному часу заповнення двох ковшів.

Об'єднуючи рівняння, отримаємо математичну модель продуктивності

$$\bar{Y} = \frac{3600 \cdot K_{\bar{Y}} \cdot V}{K_{\bar{D}} \left[\left(\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{v_i} \right) + t_{\bar{a}} \right]} \quad (3)$$

Введемо позначення $Y = \bar{Y}$, $X_1 = V$, $X_2 = K_H$, $X_3 = K_P$, $X_4 = T_{\bar{\delta}}$,
Тоді продуктивність може бути записана у вигляді

$$Y = \frac{3600 \cdot X_1 \cdot X_2}{x_3 \cdot \left[\left(\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{v_i} \right) + t_{\bar{a}} \right]} \quad (4)$$

Коефіцієнти впливу параметрів X_1 , X_2 , X_3 , l_i , v_i і $t_{\bar{a}}$ на продуктивність Y знайдемо як перші приватні похідні функції Y

$$\begin{cases} K_{X_j} = Y \cdot X_j^{-1}, j = \overline{1,3}; \\ K_{l_i} = -Y \cdot (T_{\bar{\delta}} \cdot v_i)^{-1}, i = \overline{1,m}; \\ K_{v_i} = -Y \cdot (T_{\bar{\delta}} \cdot v_i^2)^{-1}; \\ K_{t_{\bar{a}}} = -Y \cdot T_{\bar{\delta}}^{-1}. \end{cases} \quad (5)$$

Представимо дисперсію відхилення ΔY в вигляді відносної величини

$$\sigma_Y^2 = \sum_{j=1}^3 \left(\frac{\sigma_{X_j}}{X_j} \right)^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\sigma_{l_i}}{T_{\bar{\delta}} v_i} \right)^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\sigma_{v_i}}{T_{\bar{\delta}} v_i^2} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{T_{\bar{\delta}}}}{T_{\bar{\delta}}} \right)^2 \quad (6)$$

Введемо позначення

$$\begin{cases} \gamma_{\Delta y}^2 = \frac{\sigma^2 y}{Y^2}, \gamma_{\Delta X_j}^2 = \left(\frac{\sigma^2 X_j}{X_j} \right)^2, \\ \gamma_{\Delta l_i}^2 = \left(\frac{\sigma^2 l_i}{T_{\bar{\delta}} v_i} \right)^2, \\ \gamma_{\Delta v_i}^2 = \left(\frac{\sigma v_i}{T_{\bar{\delta}} v_i^2} \right)^2, \gamma_{\Delta T_{\bar{\delta}}}^2 = \left(\frac{\sigma^2 T_{\bar{\delta}}}{T_{\bar{\delta}}} \right)^2, \end{cases} \quad (7)$$

Тоді

$$\gamma_{\Delta y}^2 = \sum_{j=1}^3 \gamma_{\Delta X_j}^2 + \sum_{i=1}^m \gamma_{\Delta l_i}^2 + \sum_{i=1}^m \gamma_{\Delta v_i}^2 + \gamma_{\Delta T_{\bar{\delta}}}^2 \quad (8)$$

Результати дослідження. Аналіз результатів, отриманих в результаті проведених розрахунків показує, що зі збільшенням дальності транспортування ґрунту ефективність використання скреперних поїздів підвищується, а вплив збільшення часу копання за рахунок тандемної технології заповнення ковшів позначається в меншій мірі

При наборі 4м³ ґрунту одиночним скрепером и дальности транспортировки 800м производительность скрепера составит 53м³/час. При работе скрепера в составе поезда суммарное время копания увеличивается до 85сек, а объем набранного каждым ковшом ґрунта составляет 5м³. В этом случае производительность составит 67м³, т.е. на 26% выше. Если же аналогичные расчеты произвести для дальности транспортировки 1600м, то увеличение производительности составит

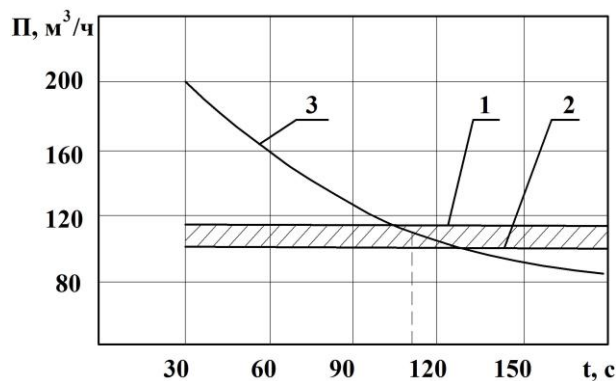
ґрунту одиночним скрепером і дальності транспортування 800 м продуктивність скрепера складе 53 м³/год. При роботі скрепера в складі поїзда сумарний час копання збільшується до 85 сек, а обем набраного кожним ковшем ґрунту становить 5м³. У цьому випадку продуктивність складе 67 м³, тобто на 26 % більше.

Якщо ж аналогічні розрахунки провести для дальності транспортування 1600 м, то збільшення продуктивності складе 48%.

Збільшення ступеня заповнення ковшів скреперів при роботі в складі потяга, з одного боку, призводить до зростання продуктивності, а з іншого до її зниження через збільшення часу циклу, пов'язаного зі збільшенням часу копання

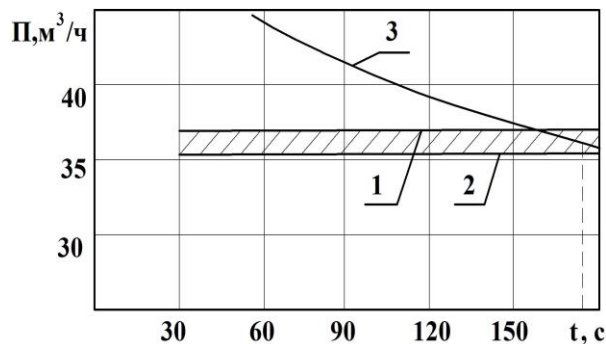
Виникає необхідність у визначенні оптимального часу набору ґрунту, відповідного максимальній продуктивності скрепера. З цією метою був виконаний розрахунок продуктивності одиночного скрепера і скреперного поїзда. При цьому обсяг ґрунту, що набирається ковшем одиночного скрепера приймався рівним $4,5 \text{ м}^3$, а ковшами скреперного поїзда 6 м^3 .

Результати розрахунків представлені графічними залежностями (рис. 1, 2), аналіз яких показує, що зі збільшенням часу копання продуктивність скрепера зменшується. Точка перетину кривої продуктивності скреперного поїзда з лінією продуктивності одиночного поїзда відповідає максимально допустимому збільшенню часу копання. Так при дальності транспортування 200 м (рис. 1) час набору ґрунту скреперним поїздом не повинно перевищувати 120 сек, а при дальності 1600 м (рис. 2) не більше 180 сек. Розрахунки і вивчення реальних можливостей роботи скреперних поїздів свідчить про збільшення часу наповнення ковшів на 15-20%, що відповідає збільшенню продуктивності машин на 25-40% в залежності від дальності транспортування ґрунту



1 - одинокий скрепер, $t_k=30$ сек; 2 – одинокий скрепер, $t_k=60$ сек;
3 – скреперний потяг

Рисунок 1. Рациональний час набору ґрунту при дальності транспортування 200 м



1 - одинокий скрепер, $t_k=30$ сек; 2 – одинокий скрепер, $t_k=60$ сек;
3 – скреперний потяг

Рисунок 2. Рациональний час набору ґрунту при дальності транспортування 1600м

Висновки. На підставі теоретичних досліджень визначені раціональні параметри набору і транспортування ґрунту напівпричіпним скрепером, який працює в складі потяга, що дозволяє підвищити ефективність виробництва земляних робіт при будівництві і ремонті автомобільних доріг та інших споруд.

Литература

1. Хмара Л.А. Машини для земляних робіт / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.В. Нічке та ін. – Рівне-Дніпропетровськ-Харків, 2010. – 557 с.
2. Нилов В.А. Эффективность применения скреперных поездов / В.А. Нилов, П.И. Иванцев // Строительные и дорожные машины. – 2010. – №5. – С. 35–37.
3. Артемьев К.А. Теория и расчет скреперов и скреперных агрегатов / К.А. Артемьев, В.А. Борисенков. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. – 344 с.

4. Баловнев В.И. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара. – М.: Транспорт, 1993. – 383 с.
5. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов / В.А. Борисенков. – Воронеж: ВГУ, 1990. – 248 с.
6. Загородних А.Н. Основные направления совершенствования скреперов и скреперных агрегатов / А.Н. Загородних // Сб. научн. трудов «Совершенствование транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог». Иркутск, 1999. – Том. II. – С. 194–201.
7. Ковалевский С.Г. Исследование тяговых качеств скреперного поезда / С.Г. Ковалевский, С.В. Лукин // Вестник ХНАДУ. – 2007. – Вып. 38. – С. 145–148.
8. Кириченко И.Г. Особенности компьютерного моделирования операций функционально-технологического анализа / И.Г. Кириченко // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. – 2010. – Вып. 57. – С. 19–21.
9. Кириченко И.Г. Наукові основи створення високоефективних землерийних машин / І.Г. Кириченко, Л.В. Назаров та ін. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 586 с.
10. Кирничный В.Ю. Исследование влияния скорости транспортировки грунта на эксплуатационную производительность скреперов / В.Ю. Кирничный, В.И. Николин // Сиб. автомоб-дор. ин-т. – 1999. – Вып. 5. – 11 с.

References

1. Hmara L.A. Mashini dlya zemlyanah robit / L.A. Hmara, S.V. Kravec, V.V. Nichke ta in. – Rivne-Dnipropetrovsk-Harkiv, 2010. – 557 s.
2. Nilov V.A. Effektivnost primeneniya skrepernyh poezdov / V.A. Nilov, P.I. Ivanishev // Stroitelnye i dorozhnye mashiny. – 2010. – №5. – S. 35–37.
3. Artemev K.A. Teoriya i raschet skreperov i skrepernyh agregatov / K.A. Artemev, V.A. Borisenkov. – Voronezh: Izd-vo VGU, 1996. – 344 s.
4. Balovnev V.I. Intensifikaciya razrabotki gruntov v dorozhnom stroitelstve / V.I. Balovnev, L.A. Hmara. – M.: Transport, 1993. – 383 s.
5. Borisenkov V.A. Optimizaciya skrepernyh agregatov / V.A. Borisenkov. – Voronezh: VGU, 1990. – 248 s.
6. Zagorodnih A.N. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya skreperov i skrepernyh agregatov / A.N. Zagorodnih // Sb. nauchn. trudov «Sovershenstvovanie transportno-ekspluatacionnogo sostoyaniya avtomobilnyh dorog». Irkutsk, 1999. – Tom. II. – S. 194–201.
7. Kovalevskij S.G. Issledovanie tyagovyh kachestv skrepernogo poezda / S.G. Kovalevskij, S.V. Lukin // Vestnik HNADU. – 2007. – Vip. 38. – S. 145–148.
8. Kirichenko I.G. Osobennosti kompyuternogo modelirovaniya operacij funkcionalno-tehnologicheskogo analiza / I.G. Kirichenko // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: sb. nauchn. trudov. – 2010. – Vyp. 57. – S. 19–21.
9. Kirichenko I.G. Naukovi osnovi stvorenniya visokoeffektivnih zemlerijnih mashin / I.G. Kirichenko, L.V. Nazarov ta in. – H.: HNADU, 2003. – 586 s.
10. Kirnichnyj V.Yu. Issledovanie vliyaniya skorosti transportirovki grunta na ekspluatacionnyuyu proizvoditelnost skreperov / V.Yu. Kirnichnyj, V.I. Nikolin // Sib. avtomob-dor. in-t. – 1999. – Vyp. 5. – 11 s.

Ковалевский С.Г., Рязарёнов Л.В., Ярыжко А.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СКРЕПЕРНОГО ПОЕЗДА

Проведено теоретическое исследование с целью определения рациональных параметров набора и транспортировки грунта полуприцепным скрепером, работающим в составе поезда, при выполнении земляных работ в дорожном комплексе по строительству автомобильных дорог и складских площадок. Показано, что максимально допустимое увеличение время набора грунта в ковш скрепера зависит от дальности транспортировки. Работа в установленных режимах позволяет повысить производительность машин.

Ключевые слова: скреперный поезд, производительность, грунт, транспортировка.

Kovalevsky S., Razarenov L., Yaryzhko A.

DETERMINATION OF RATIONAL PARAMETERS OF WORK OF SCRAPER TRAIN

A theoretical study to determine the rational parameters of recruitment and transportation of the semitrailer scraper working in the train, when the excavation works for the construction of a timber industry complex of roads and storage areas. It is shown that the maximum increase in the time set in the ground scraper depends on the distance of transportation. Work to establish a regime to improve performance cars.

Keywords: scraper train, performance, soil, transportation

Сведения об авторах

Ковалевский С.Г., Украина, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, кафедра Строительных и дорожных машин им. А.М. Холодова доцент, к.т.н. e-mail: kov1.serg@gmail.com

Разарёнов Л.В., Украина, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, кафедра Строительных и дорожных машин им. А.М. Холодова, доцент, к.т.н.

Ярыжко А.В., Украина, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, кафедра Строительных и дорожных машин им. А.М. Холодова, доцент, к.т.н. e-mail: yaryzko@gmail.com