

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЖУЩИХ НОЖЕЙ ЗТМ НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС

В настоящее время большинство аналитических зависимостей, описывающих различные особенности работы тех или иных строительных машин, в частности, имеющих ковшовые рабочие органы, выведены для таких случаев, когда состояние машины, фактически зависящее от срока службы, принимается неизменным и соответствующим начальной стадии эксплуатации. В действительности же такое допущение не вполне корректно, так как за время работы машины большинство параметров (характеристик) существенно изменяют свои значения.

В данной работе автором в качестве объекта исследования послужило время эксплуатации режущих ножей скреперного ковша на рабочий процесс скрепера, поскольку очевидно, что в процессе эксплуатации параметры рабочего процесса изменяются с течением времени, давая существенные расхождения с теоретически определенными по известным зависимостям значениям.

В общем случае сопротивление грунта копанью определяется по широко известной зависимости [2].

$$P_{\text{коп}} = K_{\text{уд}} \cdot B \cdot h, \quad (1)$$

где $K_{\text{уд}}$ - удельное сопротивление копанью данного грунта данной машиной, не зависящее от геометрических условий процесса; B - ширина вырезаемой стружки грунта (ширина ковша скрепера); h - толщина срезаемой стружки грунта.

Для того, чтобы данная зависимость стала более точной, введем в нее еще одну составляющую, которая прямо зависит от времени эксплуатации, а именно, усилие, возникающее вследствие затупления (износа) режущих ножей скреперного ковша

$$P_{\text{коп}} = K_{\text{уд}} \cdot B \cdot h + P_{\text{зат}} \quad (2)$$

Из выражения (2) определим толщину стружки h :

$$h = \frac{P_{\text{коп}} - P_{\text{зат}}}{K_{\text{уд}} \cdot B} \quad (3)$$

Для того, чтобы заполнить ковш скрепера грунтом, необходимо соблюдение следующего условия:

$$q = L_{\text{коп}} \cdot B \cdot h, \quad (4)$$

где $L_{\text{коп}}$ - путь копания грунта ковшом скрепера; q - вместимость ковша (объем призмы наполнения).

Величина необходимого для заполнения ковша пути копания

$$L_{\text{коп}} = \frac{q}{B \cdot h}. \quad (4)$$

Подставляя в уравнение (4) выражение (3), получим:

$$L_{\text{коп}} = \frac{q \cdot K_{\text{уд}}}{P_{\text{коп}} - P_{\text{зат}}}. \quad (5)$$

Полученная зависимость вполне логична: так, при увеличении усилия $P_{\text{зат}}$, что происходит в процессе эксплуатации, увеличивается и путь копания $L_{\text{коп}}$, необходимый для заполнения ковша; если же ножи ковша острые (начало эксплуатации), усилие $P_{\text{зат}}$ отсутствует и путь копания уменьшается.

Дополнительное усилие, возникающее от затупления режущей кромки ковша можно записать следующим образом [1, 3]:

$$P_{зат} = \sigma(Z \cdot l_p + tg\delta \cdot y \cdot l_p), \quad (6)$$

где σ - максимальная прочность грунта на смятие; $P_{зат} = \sigma(Z \cdot l_p + tg\delta \cdot y \cdot l_p)$, - коэффициент трения стали о грунт; l_p - длина режущей кромки (можно принять, что l_p); Z, y - проекции зоны износа (Рис. 1).

Тогда

$$P_{зат} = \sigma \cdot B(Z + y \cdot tg\delta), \quad (7)$$

Величина площадки износа, определяемая значениями Z, y и Z , непосредственно зависит от времени эксплуатации режущих ножей. Как видно из рис. 1, проекция Z практически не изменяется с течением времени, поэтому изменение длины площадки износа можно выразить через изменение длины проекции Z, y :

$$\Delta l_{изн} = \Delta y = f(t). \quad (8)$$

Согласно [3], изменение величины площадки износа пропорционально выработке машины (Рис. 2), поэтому можно записать выражение (8) следующим образом:

$$\Delta l_{изн} = \Delta y = A \cdot T + C_H, \quad (9)$$

где A - коэффициент пропорциональности, зависящий от типа разрабатываемого грунта и формы режущей кромки; C_H - начальное затупление режущей кромки; T - время выработки машины.

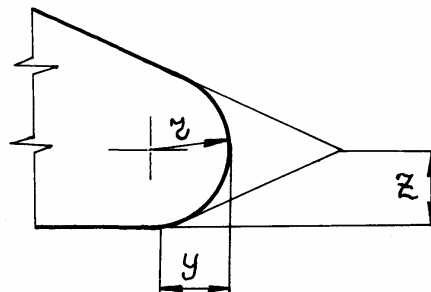


Рис. 1. Схема к определению площадки износа режущей кромки ковша скрепера:
 r - радиус площадки затупления

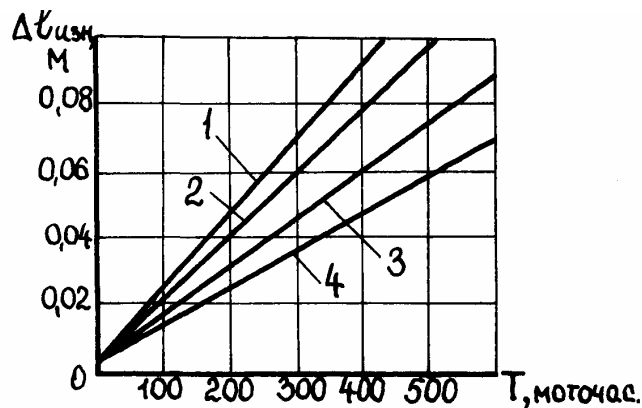


Рис. 2. Зависимость изменения площадки износа $\Delta l_{изн}$ от выработки T :
1 - песок; 2 - супесь; 3 - суглинок; 4 - глина

Поставляя полученное выражение (9) в (7), имеем:

$$P_{зат} = \sigma \cdot B(Z + tg\delta \cdot A \cdot T + C_H) = K_{общ} \cdot T + C, \quad (10)$$

где $P_{зат} = \sigma \cdot B(Z + tg\delta \cdot A \cdot T + C_H) = K_{общ} \cdot T + C$, - общий коэффициент пропорциональности; C - обобщенный свободный член зависимости.

Графики зависимости $P_{зат}$ от времени эксплуатации (выработки машины) T для различных типов грунтов представлены на рис. 3.

Подставив в зависимость (5) выражение (10), получим зависимость изменения пути копания, необходимого для заполнения ковша $L_{\text{коп}}$, от времени эксплуатации машины:

$$L_{\text{коп}} = \frac{q \cdot K_{\text{уд}}}{P_{\text{коп}} - K_{\text{общ}} \cdot T - C}. \quad (11)$$

На рис. 4 графически представлена эта зависимость для различных типов грунтов в сравнении с величиной $L_{\text{коп}}$, определенной без учета влияния времени эксплуатации. Расхождение между полученными с учетом эксплуатации и по традиционной зависимости значениями довольно значительно нарастает с течением времени.

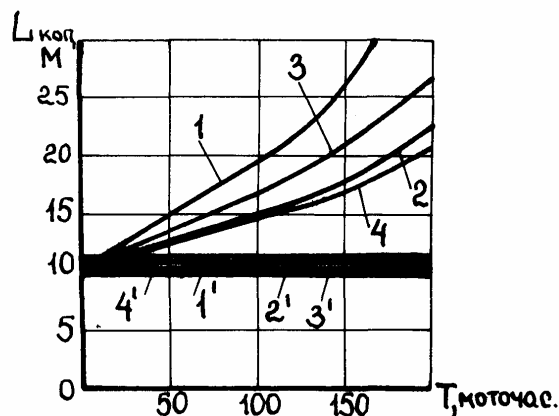


Рис. 4. Зависимость пути копания $L_{\text{коп}}$ от выработки T :
1 - песок; 2 - супесь; 3 - суглинок; 4 - глина; 1' ... 4' - тоже, определено по традиционной зависимости

Величина пути $L_{\text{коп}}$, необходимого для заполнения ковша скрепера, существенно влияет на продолжительность рабочего цикла машины, следовательно на ее производительность. Производительность скрепера равна [4]:

$$П_T = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} \cdot q \cdot \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}}, \quad (12)$$

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{коп}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{х}} = \frac{L_{\text{коп}}}{V_{\text{коп}}} + T_{\text{пр}}; \quad (13)$$

$t_{\text{коп}}$ - время, затрачиваемое на наполнение ковша; $t_{\text{гр}}$ - время передвижения скрепера к

месту разгрузки; $T_{\text{ц}} = t_{\text{коп}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{х}} = \frac{L_{\text{коп}}}{V_{\text{коп}}} + T_{\text{пр}}$; - время разгрузки ковша; $t_{\text{х}}$ - время

передвижения скрепера к забою; $L_{\text{коп}}$ - скорость копания грунта;

$T_{\text{пр}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{р}} + t_{\text{х}} = T_{\text{ц}} - t_{\text{коп}}$ - время, не учитывающее копание грунта.

Используя полученные зависимости (11)-(13), были построены графики изменения производительности скрепера от величины износа режущих ножей скреперного ковша, выраженной через время эксплуатации (выработки) T (рис. 5).

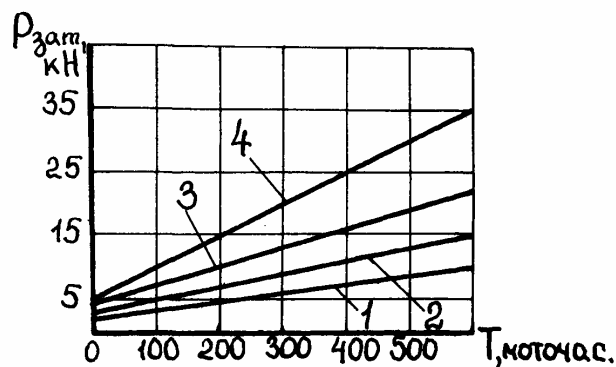


Рис. 3. Зависимость изменения усилия затупления $P_{\text{зат}}$ от выработки T :
1 - песок; 2 - супесь; 3 - суглинок; 4 - глина

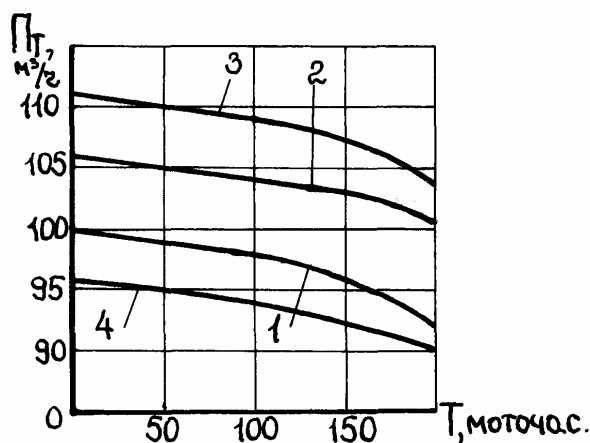


Рис. 5. Зависимость изменения производительности скрепера ПТ от времени эксплуатации T :
1 - песок; 2 - супесь; 3 - суглинок; 4 - глина

Выводы:

1. Анализируя полученные выше зависимости, а также построенные на их основании графики (рис. 2-5), можно подтвердить предположение о существенном влиянии времени эксплуатации режущих ножей на рабочий процесс скрепера. Появляющаяся в процессе копания площадка износа вызывает дополнительное сопротивление грунта, для преодоления которого необходимы увеличенные затраты времени и энергии. Так, через 500 мото часов эксплуатации скрепера усилие от затупления может составить до 10-15% тягового усилия машины (рис. 3).

2. Путь копания $L_{\text{коп}}$, необходимый для заполнения ковша грунтом, в зависимости от типа разрабатываемого грунта может увеличиваться в 1,3...2 раза уже через 200 часов эксплуатации (рис. 4), что соответствует (при двухсменной работе) 12-ти рабочим дням. Столь значительное увеличение пути копания существенно влияет на производительность скрепера. Снижение производительности (при дальности возки грунта до 2000м) через 200 часов работы составило 8...10% для различных видов грунта.

3. Для того, чтобы избежать отрицательного влияния износа режущих ножей, пропорционально времени их эксплуатации, необходимо выполнить ряд мер, препятствующих износу кромки ковша: применение износостойких наплавов; использование конструкции с выступающим средним ножом; применение выступающих ножей с боковыми косынками; применение самозатачивающихся ножей и т.д. Применение комплекса этих защитных мер может повысить производительность скрепера на 10...20%.

Литература

1. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. – М.: Машиностроение, 1971. - 357с.
2. Домбровский Н.Г., Панкратов С.А. Землеройные машины. Ч.1. – М.: Госстройиздат, 1961. - 652с.
3. Рейш А.К. Повышение износостойкости строительных и дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1986. - 184с.
4. Хмара Л.А., Колесник Н.П., Станевский В.П. Модернизация и повышение производительности строительных машин. – К.: Будівельник, 1992. - 152с.