

**Л. А. Мамаев, д-р техн. наук, проф.;** **С. Н. Герасимов, канд. техн. наук, доц.;** **В. С. Фёдоров**  
ФГБОУ ВПО «БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Братск, Россия

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДА ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА БЕТОНООТДЕЛОЧНОЙ МАШИНЫ С МАГНИТНЫМ АКТИВАТОРОМ**

Определена мощность привода дискового рабочего органа бетоноотделочной машины с магнитным активатором с учетом дополнительного движения заглаживающего диска и реологических изменениях, обрабатываемого бетона, при его магнитной активации.

Исследование процессов, происходящих в бетонной смеси при ее контакте с поверхностью заглаживающих рабочих органов показало, что природа этих процессов сложна и разнообразна. Известно, что бетонная смесь представляет собой дисперсную систему, обладающую упругими, вязкими, тиксотропными, коагуляционными и другими свойствами [1, 2]. Составы бетонных смесей, применяемых в строительстве, разнообразны. Это обстоятельство затрудняет возможность точного математического описания процесса, происходящего между трущейся поверхностью рабочего органа и бетонной смесью.

В процессе трения дискового заглаживающего органа по поверхности бетонной смеси происходит разрушение сложившейся после уплотнения структуры поверхностного слоя и, соответственно, перераспределение частиц заполнителя градиентного слоя с механическим вдавливанием в бетонную смесь крупных фракций. Естественно, что механическое (фрикционное) изменение структуры поверхностного слоя влечет за собой изменение реологических характеристик бетонной смеси, в результате чего градиентный слой приобретает некоторую подвижность. Кроме того, начинают проявляться упруго-вязкие свойства обрабатываемой среды. Влияние магнитных полей, как известно, увеличивает подвижность бетона [1, 2, 3], что способствует снижению предельного напряжения сдвига. Попытки аналитически учесть в совокупности эти явления приводят к чрезвычайно громоздким математическим выкладкам, а конечные выражения затрат энергии на обработку поверхности имеют вид, неприемлемый для методик расчета.

Однако практика конструирования бетоноотделочных машин требует хотя бы приближенных, но верных данных для определения энергозатрат процесса заглаживания при условии удовлетворения необходимых требований к чистоте обработки железобетонных изделий. И это естественно, так как без этих данных невозможно правильно спроектировать заглажи-

вающую машину [4, 5]. В связи с этим, задача - дать упрощенные, но вместе с тем, и достаточно точные методы расчета мощности, затрачиваемой на привод дискового рабочего органа с магнитным активатором и дополнительным круговым движением диска, является актуальной.

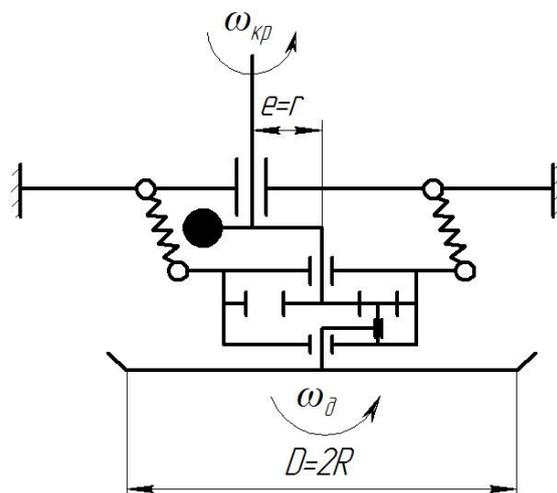


Рис. 1. Кинематическая схема дискового рабочего органа бетоноотделочной машины

Приведем расчет мощности привода диска и заглаживающей машины, используя методику А.В. Болотного [4]. Суммарная мощность двигателей заглаживающей машины запишется в следующем виде:

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (1)$$

где  $N_1$  – мощность, расходуемая на вращение диска и дополнительного кругового движения;  $N_3$  – мощность, расходуемая на сопротивление массива бетонной смеси начальному напряжению сдвига  $\tau_0$ ;  $N_2$  – мощность, расходуемая на преодоление скорости заглаживания (поступательное движение портала).

Мощность, расходуемая на вращение диска, в общем виде, определяется по формуле

$$N_1 = M_{mp} \omega_д, \quad (2)$$

где  $\omega_д$  – угловая скорость диска, м/с;  $M_{mp}$  – момент трения диска [4], определяется

$$M_{mp} = \frac{2}{3} PR f_{mp} = \frac{2}{3} \Delta P \pi R^2 f_{mp} R = 2,1 R^3 f_{mp} \Delta P$$

Однако рабочий орган в процессе заглаживания трется о бетонную смесь не только своей нижней плоскостью, но еще и передней кромкой о волну, движущуюся перед ним. Поэтому необходимо расчетную площадь трения принимать на 10–15 % больше геометрической площади трения ( $k_B = 1,1 \div 1,15$ ). Тогда выражение для определения мощности привода с учетом его КПД в случае сухого трения при сообщении диску дополнительно кругового движения с угловой скоростью  $\omega_{кр}$  будет иметь вид [4]:

$$N_1 = 2,1R^3 \Delta P f_{mp} \left[ k_B \omega_0 + 2,07R^2 (\omega_0 + \omega_{кр}) \right] \frac{1}{\eta}, \quad (3)$$

где  $R$  – радиус диска, м;  $f_{mp}$  – коэффициент трения табличное значение [1];  $\Delta P$  – удельное давление рабочего органа, Па;  $k_B$  – коэффициент, учитывающий сопротивление волны бетонной смеси  $k_B = 1,1$ ;  $\eta$  – КПД привода;  $\omega_0$  – угловая скорость диска,  $c^{-1}$ ;  $\omega_{кр}$  – угловая скорость дополнительного кругового движения диска,  $c^{-1}$ ;

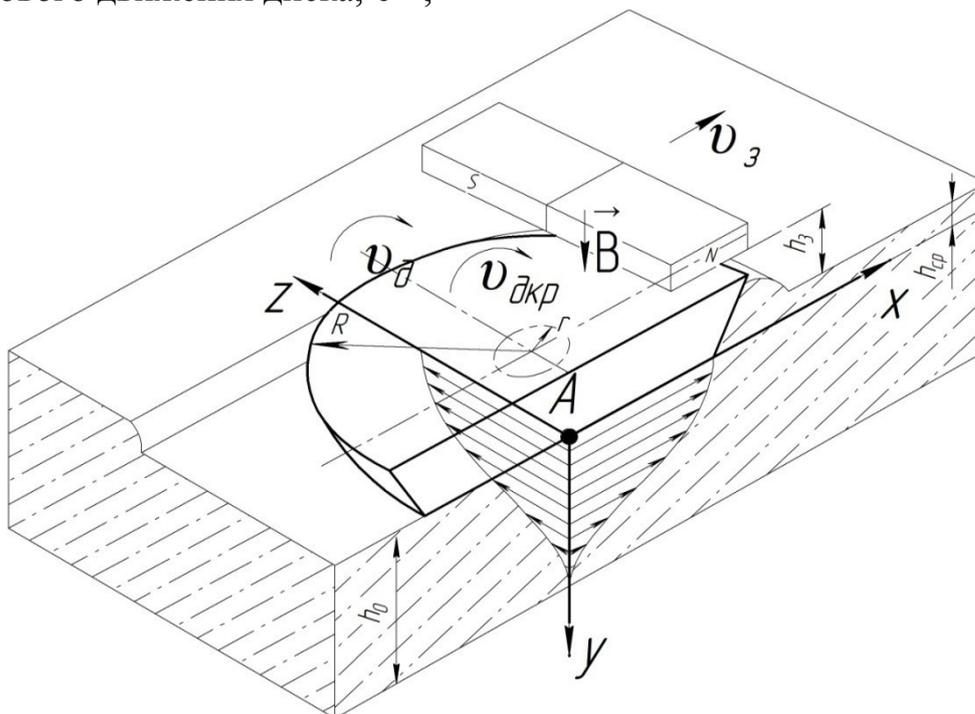


Рис. 2. Распределение скоростей в градиентном слое бетонной смеси в условиях намагничивания

Мощность, расходуемая на сопротивление массива бетонной смеси предельному напряжению сдвига, определяется по формуле

$$N_2 = \tau \cdot v_0 R, \quad (4)$$

где  $F$  – площадь сечения бетонной смеси слоя, которая может быть определена из условий технологического режима машины (рис. 2):

$$F = h_0 \cdot L, \quad (5)$$

где  $L$  – ширина заглаживаемой полосы бетонной поверхности, м.

Так же [3], что предельное напряжение сдвига  $\tau_0$ , с учетом влияния магнитного поля, равно

$$\tau_0 = J \cdot B \cdot \exp^{-\lambda \cdot h_3} \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (6)$$

где  $J$  – намагниченность бетона,  $\frac{A}{м}$ ;  $\alpha$  – угол под которым магнитная индукция проникает в заглаживаемый бетон;  $\lambda$  – коэффициент затухания магнитного поля;  $h_3$  – расстояние от магнитного активатора до обрабаты-

ваемого бетона, м (рис. 1);  $B$  – магнитная индукция, магнитного активатора,  $T_l$  или  $\frac{H}{A \cdot m}$ .

Мощность, расходуемая на преодоление скорости заглаживания (поступательное движение портала) с учетом сил сопротивления колес, трения в подшипниках, перемещения машины:

$$N_3 = \frac{P_K v_3}{\eta_1}, \quad (7)$$

где  $\eta_1$  – КПД трансмиссии;  $P_K$  – сопротивление качению колес и трения в подшипниках.

$$P_K = \frac{G_m (2\mu + df_2 K_p) K_{II}}{D_K},$$

где  $G_m$  – масса машины, Н;  $\mu$  – коэффициент трения качения (0,03..0,05);  $d$  – диаметр подшипника ходового колеса, м;  $K_p$  – коэффициент трения скольжения в ребордах колес (1,45...2,20);  $f_2$  – коэффициент трения в подшипниках (0,015...0,1);  $D_K$  – диаметр ходового колеса, м;  $K_{II}$  – коэффициент инерции покоя (3,0...4,0).

Теперь, подставив (3), (4), (7) в выражение (1), можно записать ее в общем виде:

$$N = 2,1R^3 \Delta P f_{mp} \left[ k_B \omega_0 + 2,07R^2 (\omega_0 + \omega_{kp}) \right] \frac{1}{\eta} + J \cdot B \cdot \exp^{-\lambda \cdot h_3} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot F_0 \omega_0 R + \frac{P_K \cdot v_3}{\eta_1}. \quad (8)$$

Таким образом, выражение (8) учитывает влияние магнитного поля, создаваемого магнитным активатором, на реологические характеристики заглаживаемых смесей и позволяет обоснованно рассчитывать энергоемкость заглаживающих машин с дисковыми рабочими органами с магнитным активатором и дополнительными круговыми движениями диска.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Классен, В. И.** Омагничивание водных систем / В. И. Классен. – М. : Химия, 1973.– 239 с.
2. **Мокроусов, Г. М.** Физико-химические процессы в магнитном поле / Г. М. Мокроусов, Н. П. Горленко.– Томск. гос. ун-т. – Томск : Изд-во ТГУ, 1986. – 127 с.
3. **Шульман, З. П.** Магнито-реологический эффект / З. П. Шульман, В. И. Кордонский. – М. : Наука и техника, 1982. – 184 с.
4. **Болотный, А. В.** Теория и процессы заглаживания: дис... д-ра техн. наук: 05.05.04 / А. В. Болотный.– Ленинградский инженер.-строит. ин-т. -Л., 1974. – 289 с.: ил.
5. **Мамаев, Л. А.** Методология совершенствования теории взаимодействия рабочих органов бетоноотделочных машин с поверхностью обрабатываемых сред: дис.... д-ра техн. наук / Л. А. Мамаев. – СПб. : СПбГАСУ, 2007. – 360 с.