

В. Т. Радкевич, В. А. Скотников

### ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВУХФРЕЗЕРНЫХ КАНАЛОКОПАТЕЛЕЙ

Экспериментальные исследования и опыт эксплуатации двухфрезерных каналокопателей КФН-1200 и Д-583 показали, что их производительность и надежность работы в значительной мере зависят от конструкции рабочих органов (фрез, расположенных под углом и клина между ними), а также и от равномерности загрузки фрез.

В СКБ «Мелиормаш» при участии и под руководством авторов проведены дополнительные исследования этих машин и специальной экспериментальной установки.

Цель исследований — снижение динамических нагрузок, возникающих в приводе фрез и уменьшение неравномерности их нагрузки.

Анализ работы двухфрезерных каналокопателей показал, что они работают с использованием эффекта обрушения грунта, которое происходит вследствие подрезания грунта наклонно расположенными фрезами и внедрения отвального клина в грунт. Характер этого процесса последовательными сечениями I—I—IV—IV показан на рис. 1.

Процесс обрушения внешне характеризуется следующими явлениями. По мере внедрения в грунт фрез 1 и клина 2 на грунтовой поверхности образуются трещины по линиям *a*, обозначающие границу призмы обрушения. Затем от нижней части призмы обрушения отделяются небольшие комья грунта и падают на фрезы; призмы, как бы повисают над фрезами, приближаясь к ним с течением времени, лопатки фрез режут грунт этой призмы. При внедрении боковых поверхностей клина на величину *b* происходит мгновенное обрушение, т. е. отрыв от массива грунта основной части призмы. Лопатки фрез разбивают ее и выбрасывают грунт в сторону от оси канала.

Таким образом, обрушение грунта начинается по линии *a*, соединяющей носок двухотвального клина с режущими ножами фрез, и происходит вследствие совместного действия веса грунта и давления *N* со стороны клина. Плоскости сдвига грунтовых призм практически перпен-

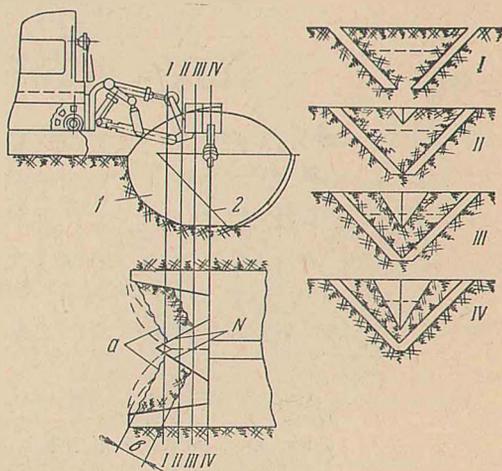


Рис. 1. Схема работы двухфрезерного каналокопателя.

дикулярны к горизонту. Объем призм обрушения для машин КФН-1200 составлял примерно 0,18—0,23 м<sup>3</sup>.

Замер крутящих моментов на полуоси привода фрез показал, что в силовой передаче каналокопателей в моменты обрушения грунта возникают значительные динамические нагрузки.

Из графиков (рис. 2) следует, что в моменты обрушения коэффициент динамичности  $K_d = \frac{M_{\max}}{M_{\text{ср}}}$  у привода КФН-1200 достигал величины 2,5—3,7 и у привода Д-583—2,9—3,5. При этом максимальные значения моментов и мощности превышали соответствующие расчетные значения в 2—2,5 раза.

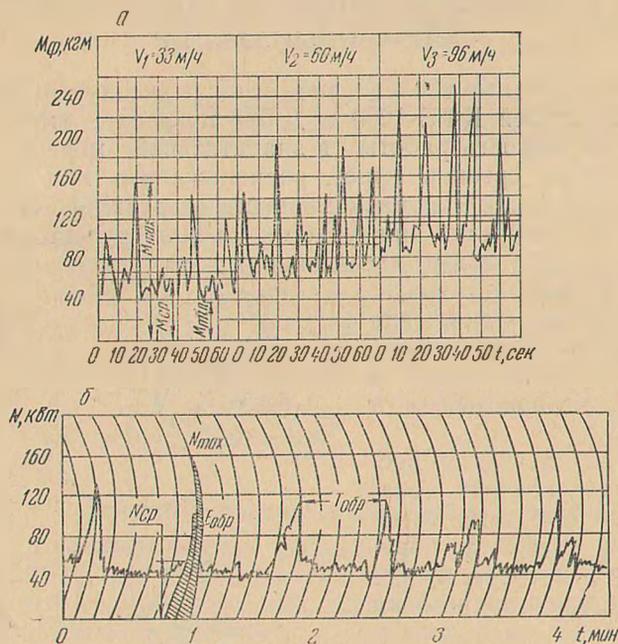


Рис. 2. Графики изменения нагрузки на фрезах во времени: а — изменения крутящих моментов в приводе фрез каналокопателя КФН-1200; б — изменения мощности на привод фрез каналокопателя Д-583;  $M_{\max}$ ,  $M_{\text{ср}}$ ;  $M_{\min}$  — соответственно максимальный, средний и минимальный крутящие моменты;  $N_{\max}$ ,  $N_{\text{ср}}$  — соответственно максимальная и средняя мощности;  $T_{\text{обр}}$  — период обрушения грунта на фрезы.

Степень загрузки фрез характеризовалась коэффициентом неравномерности:

$$K_n = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{\text{ср}}} \cdot 100\%.$$

У КФН-1200 величина  $K_n$  находилась в пределах 162—186%, а у Д-583—147—200%.

В периоды обрушений грунта нередко наблюдалась перегрузка двигателя, и он останавливался.

Для изучения неравномерной загрузки фрез, вызванной периодическим обрушением грунта, были исследованы три варианта рабочих органов машины КФН-1200 (без двухотвального клина, с нормальным

серийным клином и с узким клином, имеющим угол в плане  $25^\circ$ ) и два варианта рабочего органа машины Д-583 (с ножевыми обрушителями, установленными перед фрезами, и без обрушителей). Опыты проводились при одинаковых скоростях движения, на одних и тех же видах грунта и при других равных условиях.

Результаты исследования показали, что наименьшие величины крутящих моментов полуоси привода фрез КФН-1200 соответствуют работе с двухотвальным клином нормальной серийной конструкции. Наибольшие динамические нагрузки и неравномерность отмечались при работе

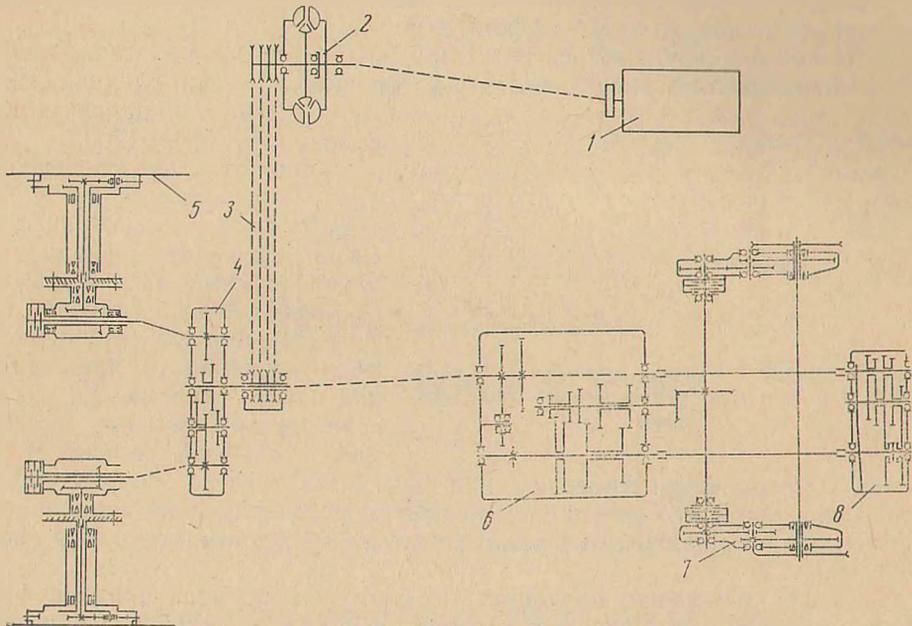


Рис. 3. Кинематическая схема гидромеханической трансмиссии каналокопателя с одноступенчатым комплексным непрозрачным гидротрансформатором:  
 1 — двигатель; 2 — гидротрансформатор; 3 — цепная передача; 4 — раздаточный редуктор; 5 — фреза; 6 — коробка передач; 7 — конечная передача; 8 — ходоуменьшитель.

без двухотвального клина. Исследование обрушителей машины Д-583 показало, что они разрезают грунт перед рабочим органом на полосы и этим заранее определяют размеры призм обрушения. Коэффициент неравномерности при применении обрушителей снизился в 1,5 раза. При отрывании каналов с заложением  $1 : 1,5$  работа каналокопателя Д-583 без обрушителей была невозможна. Это позволяет считать, что двухфрезерные каналокопатели необходимо оснащать ножевыми обрушителями и двухотвальным клином по типу клина серийной конструкции машины КФН-1200.

Однако во всех случаях неравномерность внешних нагрузок, вызванная обрушением и неточностью изготовления фрез и деталей привода, приводит к возникновению значительных по величине динамических нагрузок в трансмиссиях каналокопателей. Обрушение грунта, как фактор резкого и периодического изменения внешнего сопротивления, вызывает колебание масс, связанных с упругими валами силовой передачи и двигателя. Собственные колебания этих масс, складываясь с колебаниями внешних нагрузок, создают значительные мгновенные значения крутя-

сих моментов в деталях силовой передачи. Именно по этой причине наблюдается быстрый выход из строя полуосей и шлицевых опор планетарных редукторов у первых образцов каналокопателей КФН-1200.

Мировой и отечественный опыт машиностроения показывает, что имеются два пути совершенствования силовых передач машин, работающих со значительной неравномерностью загрузки рабочих органов: конструктивной доводки и создания гидромеханической передачи, позволяющей не только уменьшить динамические нагрузки, но и защитить двигатель от перегрузок, а также автоматизировать работу машины.

Опыт доводки каналокопателей КФН-1200 и Д-583 убеждает, что первый путь для них малоэффективен.

Для исследования эффективности второго пути была создана и испытана специальная экспериментальная установка с гидромеханической трансмиссией и рабочим оборудованием КФН-1200.



Рис. 4. График изменения нагрузки на фрезе КФН-1200 с гидромеханической трансмиссией.

Мощность от двигателя 1 (рис. 3) через последовательно соединенный гидротрансформатор 2 и цепную передачу 3 распределяется на два потока: на привод фрез 5 (рабочий орган) и на привод гусеничного хода установки. По предложенной схеме трансмиссии скоростной режим работы гусеничных двигателей зависит от режима загрузки фрез. Например, при перегрузке фрез их обороты уменьшаются, в такой же степени снижается и скорость движения каналокопателя, а обороты коленчатого вала двигателя практически остаются неизменными.

График изменения крутящих моментов в полуоси привода фрез с применением гидротрансформатора показан на рис. 4. Сравнение рис. 4 и рис. 2 позволяет сделать вывод, что применение гидротрансформатора дает возможность снизить величину коэффициента  $K_n$  в 1,5—1,6 раза, а величину коэффициента  $K_d$  в 1,4—1,5 раза по сравнению с таковыми при механической силовой передаче на КФН-1200. Кроме того, применение гидротрансформатора надежно защищает двигатель от перегрузок. Например, при исследованиях отмечались случаи заклинивания крупных глыб грунта и камней между фрезами и двухотвальным клином. В этом случае фрезы останавливались, автоматически прекращалось и движение каналокопателя, а двигатель продолжал работать, не испытывая перегрузок.

В связи с этим следует считать, что трансмиссия двухфрезерных каналокопателей, использующих принцип обрушения грунта, должна быть гидромеханической, например, с «непрозрачным» гидротрансформатором и с последовательным его подключением к двигателю.