

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВИБРОЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

А.Г. Возмилов\*, Р.Б. Яруллин\*\*

\*г. Челябинск, ЧГАА, \*\*г. Уфа, УГАЭС

## TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF THE VIBRO GRAIN CLEANER WITH CONTROLLED PARAMETERS

AG. Vozmilov\*, R.B. Yarullin\*\*

Chelyabinsk, Chelyabinsk State Agroengineering University

\*\*Ufa, Ufa State Academy of Economy and Service

Рассмотрены вопросы технико-экономических аспектов от использования регулирования кинематических параметров виброзерноочистительной машины.

*Ключевые слова:* виброзерноочистительная машина, клиноременной вариатор скорости, инерционный саморегулируемый вибратор, преобразователь частоты, энергозатраты.

Issues of the technical and economic aspects of using of controlling of the vibro grain cleaner kinematic parameters are considered.

*Keywords:* vibro grain cleaner, variable speed V belt, inertial self adjusting vibrator, frequency inverter, power inputs.

Для качественного разделения семян сельскохозяйственных культур от трудноотделимых примесей и семян сорняков предпочтительны резонансные виброзерноочистительные машины (ВЗМ) с вибраторами инерционного типа с асинхронным двигателем (АД). Однако резонансным ВЗМ приходится постоянно преодолевать резонанс при пуске и остановке машины, сопровождающихся повышенными энергозатратами. С целью обеспечения качественной сепарации различных смесей семян на ВЗМ требуется плавно регулировать частоту и амплитуду колебаний рабочего органа ВЗМ по гиперболическому закону [1]. На базовом варианте ВЗМ частоту колебаний регулируют плавно клиноременным вариатором скорости, амплитуду колебаний - ступенчато за счет изменения массы неподвижных дебалансов. Однако клиноременной вариатор скорости не обеспечивает необходимую стабильность частоты колебаний, часто требуется их корректировка, замена изношенных ремней, что снижает производительность и, главное, кондицию семян и тем самым цену реализуемой продукции. На проектном варианте ВЗМ плавное регулирование частоты колебаний предлагается осуществлять полупроводниковым преобразователем частоты, который одновременно позволяет реализовать плавный пуск и при остановке производить рекомендуемое динамическое торможение серийного АД. Плавное регулирование амплитуды колебаний по гиперболическому закону осуществляется само-

регулируемым инерционным вибратором за счет выдвигания второго подвижного противовеса, подпружиненного фасонной пружиной с нелинейной характеристикой жесткости.

Основная доля потребляемой мощности ВЗМ приходится на холостой режим работы машины без технологической нагрузки, которая при граничных скоростях регулирования вариатором скорости составляет для многорешетной ВЗМ [1] (65,3-100,7)% и в среднем для 4 типов ВЗМ соответственно (55,1-93,2)%. Причем, как показывают расчеты, преобладающая часть этой мощности идет на преодоление трения в подшипниках вибратора от центробежных сил дебалансов. В то же самое время выявлено, что немалая доля мощности при тех же скоростях (от 51 % до 31 %) теряется на вариаторе.

Установлено, что в переходных режимах пуска и торможения, в проектном варианте регулируемого асинхронного электропривода многорешетной ВЗМ (двигатель 2,2 кВт, преобразователь частоты 2,2 кВт, саморегулируемый вибратор) за счет плавного частотного пуска и динамического торможения со скорости  $\sqrt{3}$  от резонансной по сравнению с базовым вариантом (двигатель 4,5 кВт, клиноременной вариатор скорости, вибратор с неподвижными дебалансами) прямой пуск и торможение противотключением с начального скольжения  $S_{нач}=2$ , за сезон работы экономия энергии составит 3,4 кВт-ч на одну установку.

В установленном режиме, принимая, что двигатели в базовом и проектном вариантах рабо-

Потери		Аппаратура управления $\Delta P_y$	Двигатель $\Delta P$	Механическая передача $\Delta P_{мп}$	Вибратор, вибромашина $\Delta P_{ВМ}$	Колебания РО $\Delta P_{кол}$	Полезная работа $\Delta P_{пол}$	Итого потери $\Delta P_y + \Delta P_n + \Delta P_{мп} + \Delta P_{ВМ}$
Вариант								
Вариант	Базовый	–	763	2092	1806	241	361	4661
	Проектный	50	307	40	682	241	361	1079
Изменение (+; –)		+ 50	–456	–2052	–1224	0	0	– 3582

тают в номинальном режиме, потребляемая мощность на колебательное движение рабочего органа  $P_{кол}$  составляет 10 % от мощности вибромашины в холостом режиме  $P_{ВМ}$  и соответственно на полезную работу  $P_{пол}=15\%$  от  $P_{ВМ}$ . Данные мощности постоянны и соответственно равны  $P_{кол}=241$  Вт,  $P_{пол}=361$  Вт. Мощность потерь вибратора  $\Delta P_{ВМ}$  в базовом варианте составляет 70% от  $P_{ВМ}=1686$  Вт, которая в проектном варианте за счет замены конических подшипников ( $\mu=0,008$ ) на сферические ( $\mu=0,0015$ ) только при 3-кратном уменьшении трения в подшипниках от центробежных сил дебалансов равны  $\Delta P_{ВМ}=1686:3=562$  Вт. Из таблицы следует, что суммарные потери в проектном варианте уменьшаются на 3582 Вт или в 4,3 раза.

Расчет экономической эффективности асинхронного электропривода многорешетной ВЗМ с регулируемыми параметрами проводился в соответствии с методикой экономической оценки средств электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства [3]. Экономический эффект от внедрения только за счет снижения энергетических затрат в установившихся режимах (мощность двигателя ниже не менее чем в 2,0–2,5 раза, потери мощности меньше в 4,3 раза), в переходных режимах (за сезон – 3,4 кВт·ч) и тем самым снижения энергоемкости процесса в 1,94 раза, повышения производительности труда в 1,09 раз и увеличения объема сепарируемых семян составил более 78 тыс. руб. на одну установку

(в масштабе 2 районов Республики Башкортостан- 1177 тыс. руб.) при сроке окупаемости 0,263 года.

### Выводы

1. Основными энергонасыщенными узлами электропривода вибромашины являются вибрация рабочих органов в холостом режиме (трение подшипников вибратора за счет центробежных сил дебалансов) и клиноременной вариатор скорости.
2. Использование частотно регулируемого асинхронного электропривода ВЗМ с саморегулируемым вибратором позволяет уменьшить мощность электродвигателя в 2-2,5 раза, потери мощности в 4,3 раза.

### Литература

1. Яруллин, Р. Б. Динамика вибрационных зерноочистительных машин (Проблемы электропривода) / Р. Б. Яруллин. - Уфа: Уфимск. гос. академия экономики и сервиса, 2007. — 189 с.
2. Кирпичников а, И.М. Характеристика распределения мощности виброремонтных машин с регулируемыми параметрами / И.М. Кирпичникова, Р.Б. Яруллин // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — Красноярск, 2004. -Мб.- С. 169-174.
3. Водяников, В.Т. Экономическая оценка энергетики АПК: учебное пособие / В. Т. Водяников. - М; ИКФ ЭКМОС, 2002. - 304 с.

Поступила в редакцию 14.03.2010 г.

Возмилов Александр Григорьевич - профессор кафедры «Применение электрической энергии в сельском хозяйстве» ЧГАА. Доктор технических наук, профессор. Научные интересы: электронно-ионная технология в АПК.

Vozmilov Alexander Grigorievich is Professor of the Application of Electric Energy in Agriculture Department of Chelyabinsk State Agroengineering University. Dr.Sc. (Engineering), Professor. Research interests: electron-ion technology in agro-industrial complex.

Яруллин Ринат Бариевич - профессор кафедры «Машины, аппараты, приборы и технологии сервиса» Уфимской государственной академии экономики и сервиса, к.т.н., профессор. Научные интересы: электропривод в технологических процессах АПК.

Yaruilin Rinat Barievich is Professor of the Machines, Mechanisms, Devices and Technologies of Service of Ufa State Academy of Economy and Service, Cand.Sc.(Engineering), Professor. Research interests: electric drive in technological processes of the agro-industrial complex.