

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ В АГРЕГАТАХ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЕНИЯ

В.Г. Кухтов, А.С. Гринченко, А.И. Алферов

*Харьковский национальный технический университет сельского
хозяйства им. П. Василенка*

Водокольцевые вакуумные насосы (ВВН) известны и распространены в различных отраслях, таких, как химическая, текстильная, пищевая, металлургическая [1, 2]. Вакуумные насосы роторного типа, которыми зачастую оснащены как стационарные доильные установки, так и агрегаты индивидуального доения, имеют недостатки, связанные с интенсивным изнашиванием торцевых поверхностей ротора и крышек при перекосе ротора по отношению к корпусу [3]. Водокольцевой насос, в силу своих конструктивных особенностей, лишен этих недостатков. Предложение оснащать водокольцевыми вакуумными насосами агрегаты индивидуального доения нашло поддержку у производителей сельскохозяйственного оборудования [4].

ВВН отличаются простотой конструкции, надежностью в эксплуатации, низким уровнем шума, что очень важно для процесса доения; для обслуживания насоса не требуется высококвалифицированный персонал. Конструкция ВВН предусматривает зазоры между корпусом насоса и лопастями крыльчатки, таким образом, возможен износ только вала с подшипниками и уплотняющих элементов.

При испытаниях агрегаты индивидуального доения, оснащенные ВВН, хорошо себя зарекомендовали, и экспериментальная партия была введена в эксплуатацию. После года интенсивного доения был замечен ряд недостатков. Так как вода, подаваемая в систему, бралась из подручных источников фермеров, а ее качество оставляло желать лучшего, то при интенсивной работе агрегата и обильном испарении на лопастях стальной крыльчатки был обнаружен слой накипи. Нарастание такого слоя накипи изменяло геометрию крыльчатки, что приводило к постепенному снижению производительности насоса и в дальнейшем к заклиниванию крыльчатки в корпусе насоса.

С целью модернизации и снижения стоимости изготовления было предложено заменить металлическую крыльчатку аналогичной крыльчаткой, отлитой из полипропилена. Геометрия полипропиленовой крыльчатки отличалась от геометрии стальной только толщиной лопастей – это обуславливалось разностью прочностных характеристик материалов, используемых для изготовления крыльчаток.

Были проведены ускоренные испытания насоса с обоими типами крыльчаток (рис. 1, *а* и *б*) при частоте вращения вала двигателя 3000 об/мин.

Полученные данные (рис. 2) показали, что полипропиленовая крыльчатка (тип *б*) в значительной мере уступала металлической (тип *а*) в производительности, а при достижении температуры воды 74–75 °С в насосе с полипропиленовой крыльчаткой производительность резко падала (рис 2, кривая 3). Анализ полученных данных свидетельствовал о том, что производительность насоса с полипропиленовой крыльчаткой снизилась из-за более интенсивного нагрева рабочей жидкости о поверхность крыльчатки, что привело к интенсивному испарению. Пар в момент разряжения, когда из впускного отверстия должен поступать воздух, создает давление, запирающее вход в межлопастное пространство, что не дает возможности воздуху поступать в насос, т. к. отсутствует разница давлений. Для снижения температуры рабочей жидкости и увеличения межлопастного пространства полипропиленовую крыльчатку с 12-ю лопастями (тип *б*) заменили крыльчаткой аналогичной конструкции, но с 6-ю лопастями (тип *в* на рис. 1).

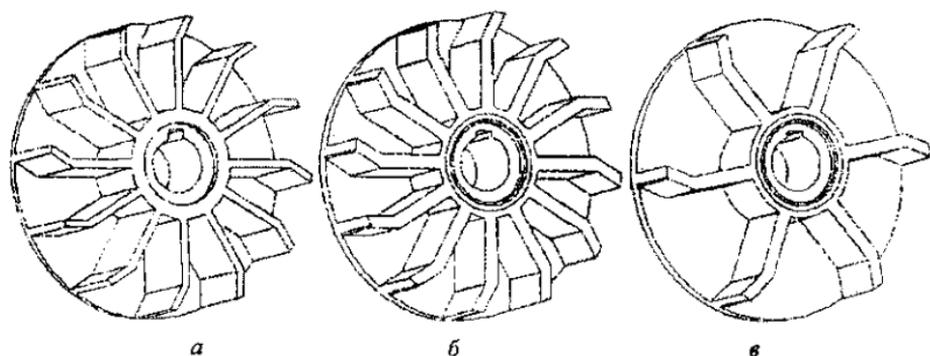


Рис. 1. Крыльчатки водокольцевых вакуумных насосов: *а* – крыльчатка стальная; *б* – крыльчатка полипропиленовая с 12 лопастями; *в* – крыльчатка полипропиленовая с 6 лопастями

Результатом этой модернизации стало стабильное повышение производительности (рис. 2, кривая 2), уменьшение потребляемой мощности, снижение температуры воды в установке при установившихся параметрах (рис. 3, кривая 2). Следовательно, результаты проведенных испытаний подтвердили возможность замены металлической крыльчатки водокольцевого вакуумного насоса полипропиленовой.

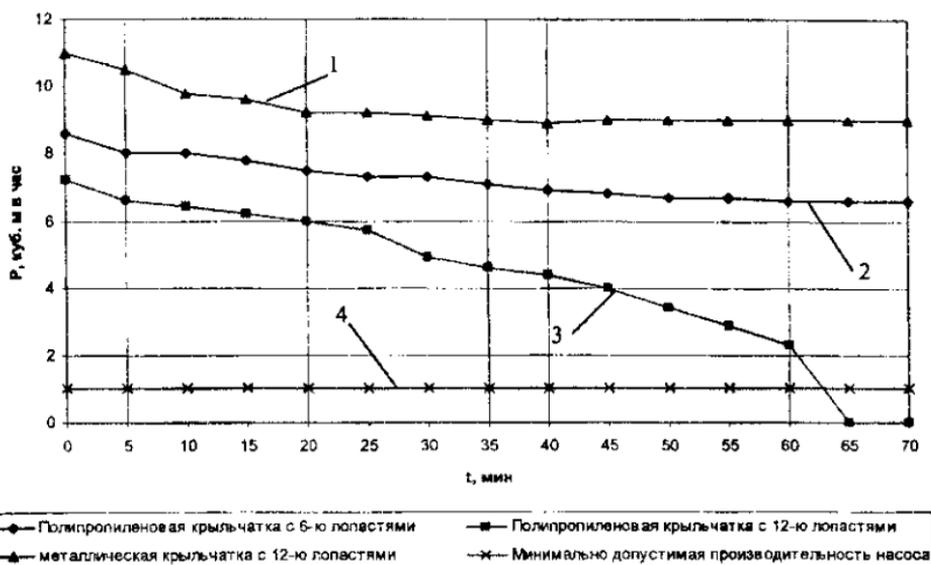


Рис. 2. Зависимость производительности водокольцевого вакуумного насоса с различными крыльчатками от времени

Графики зависимостей производительности водокольцевого вакуумного насоса с различными крыльчатками от времени, представленные на рис. 2, подтверждают конкурентоспособность полипропиленовой крыльчатки. Кривые производительности насоса с металлической и 6-ти лопастной полипропиленовой крыльчатками имеют схожие траектории, что свидетельствует о правильности рекомендаций по поводу изменения геометрии полипропиленовой крыльчатки.

График зависимости температуры воды в водокольцевом вакуумном насосе, представленный на рис. 3 (кривая 2), указывает на значительное снижение температуры воды после увеличения межлопастного пространства в полипропиленовой крыльчатке.

В результате проведенных испытаний установлено, что замена материала при изготовлении крыльчатки возможна и целесообразна. Полипропиленовые крыльчатки имеют преимущества не только с точки зрения стоимости изготовления, но и их работоспособность увеличилась после небольших конструктивных изменений. Это свидетельствует о том, что доработка геометрии полипропиленовой крыльчатки позволит обеспечить производительность водокольцевых вакуумных насосов на уровне аналогов с металлическими крыльчатками, сохранив преимущества, связанные с отсутствием образования накипи на лопастях в процессе длительной эксплуатации.

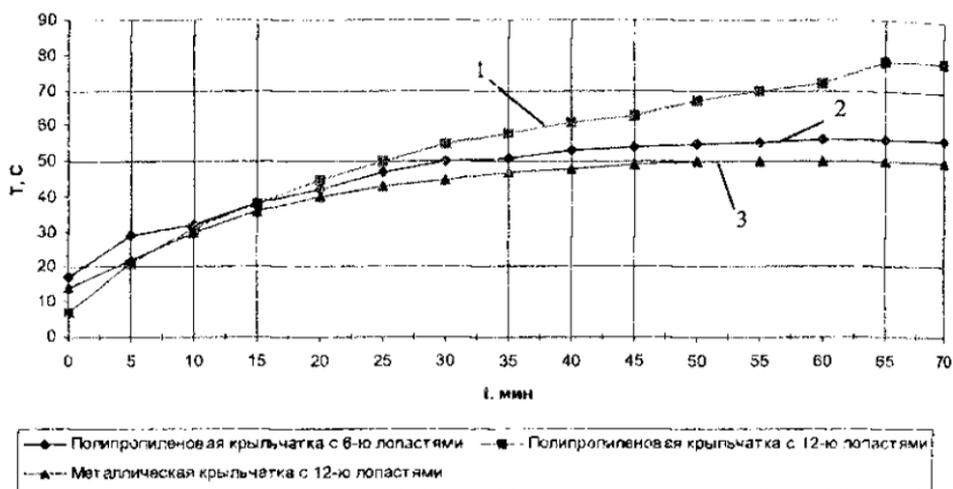


Рис. 3. Зависимость температуры воды в водокольцевом вакуумном насосе с различными крыльчатками от времени работы

Литература

1. Мельников, С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 640 с.
2. Фролов, Е.С. Механические вакуумные насосы / Е.С. Фролов. – М.: Машиностроение, 1989. – 285 с.
3. Бойко, А.І. Проблеми підвищення надійності вакуумних насосів роторного типу / А.І. Бойко, З.В. Ружило // Праці Міжнарод. Науково-технічної конф. «Перспективи розвитку механізації, електрифікації, автоматизації та технічного сервісу сільськогосподарського виробництва». – Глевах: ІМЕСГ УААН. – 1996. – С. 60.
4. Бабкин В. П. Механизация доения коров и первичной обработки молока. – М.: Агропромиздат, 1986. – 271 с.

ПРОБЛЕМЫ ПРАВКИ И ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

В.Е. Антониук

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси», Минск;

Э.М. Дечко

Белорусский национальный технический университет, Минск;

В.В. Рудый

РУП «Белорусский автомобильный завод», Жодино

За последние годы произошло значительное увеличение мощности тракторных двигателей, однако основные конструктивные параметры коленчатого вала остались без изменений. В процессе эксплуатации из-за увеличения нагрузок на коленчатый вал изменился характер его напряженного состояния.

По конструкции коленчатый вал тракторного двигателя относится к жестким деталям с переменными сечениями по длине. При изготовлении коленчатый вал подвергается различным деформациям, что приводит к возникновению остаточных напряжений после обработки.

Во многих исследованиях отмечают негативные влияния остаточных напряжений на эксплуатационные характеристики коленчатого вала, однако механизм возникновения остаточных напряжений и характер их взаимодействия с эксплуатационными нагрузками изучен недостаточно.

Под действием переменных нагрузок уже в первые часы работы двигателя в коленчатом вале происходит перераспределение и изменение характера остаточных напряжений, что вызывает изменение положения геометрических осей коленчатого вала и, соответственно, изменение работы коленчатого вала в двигателе.

В связи с этим решение проблемы стабилизации остаточных напряжений коленчатого вала является одним из важнейших направлений повышения эксплуатационных характеристик тракторного двигателя. Под стабилизацией остаточных напряжений коленчатого вала следует понимать создание такого равновесного его состояния, при котором геометрическая точность коленчатого вала остается стабильной как в процессе изготовления, так и в процессе эксплуатации.