

## Испытательный стенд FELUWA для тестирования перекачиваемых сред

Daniel Nägel, Philipp Werhan

Перекачка экстремально абразивных сред, например, водной смеси железной руды, создает большие сложности горнодобывающим компаниям во всем мире. В частности, устойчивость деталей к износу для увеличения срока службы и продления времени наработки на отказ (MTBF) требует надежных и проверенных технологических концепций. При использовании технологии двухшланговых мембранных насосов FELUWA MULTISAFE®

быстроизнашивающимися деталями являются только клапаны на стороне всасывания и нагнетания. Для увеличения и без того высокой продолжительности эксплуатации прошедших проверку временем клапанов компания FELUWA построила на заводе в г.



*Рис. 1. Испытательный стенд FELUWA для тестирования перекачиваемых сред*

*Насос: тип TGK 250 3 DS35*

*Технические характеристики:  $Q = 14 \text{ м}^3 \text{ ч}$ ,  $p = 130 \text{ атм.}$  (2)*

Мюрленбах испытательный стенд, на котором в реальных условиях можно проводить тестирование специальных сред в соответствии с потребностями заказчика (рис.1).

В июне прошлого года компания ФЕЛУВА опубликовала отчет о составе и чрезвычайно абразивном воздействии перекачиваемой среды - смеси железной руды и воды, о процессе тестирования, а также о результатах первых серий испытаний.

В рамках одной серии испытаний клапаны отдельных головок насоса оснащаются седлами и шарами из трех различных комбинаций материалов. При этом в головке 3 насоса в качестве эталона в каждой серии испытаний используется стандартная комбинация материалов.

Наряду с хорошими результатами испытаний стандартных компонентов клапанов были отмечены очень хорошие результаты альтернативной пары - седла клапана из стеллита и шара клапана из оксида алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), которая, по сравнению со стандартной парой, показала почти в 5 раз более длительное общее время эксплуатации как седла, так и шара клапана (см. рис.3 „Комбинация материалов 1“). Совокупные затраты жизненного цикла, включая расходы на приобретение, при использовании альтернативной комбинации материалов снижаются приблизительно на 50% по сравнению со стандартной комбинацией (см. рис. 4 „Комбинация материалов 1“). Оказывающий в большинстве случаев наибольшее влияние фактор затрат, который может возникнуть в результате более частых простоев для замены компонентов клапана, при этом не учитывается, так как они зависят от конкретного процесса.

Суммарное время эксплуатации компонентов клапана в значительной мере зависит, кроме того, и от абразивности перекачиваемой среды. Например, время эксплуатации компонентов клапана (исполнение сопоставимо с контрольной комбинацией материалов) при перекачивании угольного шлама достигает более 10 000 часов (приблизительно 60 недель в режиме 24/7).

Благодаря выбранной методике оценки для испытательного стенда экстраполированное суммарное время эксплуатации для контрольной комбинации материалов составляет в среднем около 1000 часов, что отражает экстремально высокую абразивность перекачиваемой на испытательном стенде среды (индекс Миллера для водяной смеси железной руды составляет около 480 – для сравнения индекс Миллера угольного шлама примерно только около 12).

В отношении альтернативной комбинации седла клапана из стеллита и шара клапана из оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) суммарное время эксплуатации получилось бы в сумме около 5000 часов (приблизительно 30 недель в режиме 24/7).

Этот высокий показатель был принят во внимание, и в дальнейшем был проведен тест для исследования, как будет происходить износ седла клапана из стеллита в сочетании с существенно более мягким шаром из нержавеющей стали в сравнении с шаром из  $Al_2O_3$ . При этом выяснилось, что седло клапана из стеллита в этой комбинации имеет чрезвычайно (более чем в 20 раз) более длительное ожидаемое время эксплуатации, чем седло клапана стандартной пары материалов (см. рис.3 „Комбинация 9“). Однако для шара клапана ожидаемое время эксплуатации увеличивается незначительно, таким образом, кроме снижения стоимости запасных частей для седла клапана эта пара материалов не будет иметь заметного преимущества для последующей эксплуатации у клиента, так как она не будет способствовать сокращению частоты простоев в значительной мере.

Соответствующий тест, проверка износостойкости шара из оксида алюминия  $Al_2O_3$  в сочетании со стандартным седлом клапана в материале 1.4112, запланирован для следующего испытания.

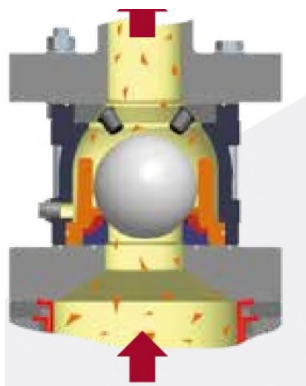


Рис. 2: Механизм шарового клапана FELUWA с мягким уплотнением

Кроме того, на стенде для тестирования перекачиваемых сред был испытан зарекомендовавший себя механизм шаровых клапанов FELUWA с армированием в качестве мягкого уплотнения (см. рисунок 2), который показал очень хорошие результаты.

В этой конструкции в клапане используется дополнительный элемент из эластомера (рис. 2), который благодаря своей эластичности гарантирует надежное уплотнение даже в том случае, если между шаром и уплотнительным элементом находится твердая частица. Эта конструкция применяется в тех случаях, когда требуется безопасная и надежная перекачка критической среды.

При использовании одинаковых материалов для седла и шара клапана, как в стандартной комбинации, относительная продолжительность эксплуатации в сравнении с контрольной головкой насоса увеличилась почти в 3 раза для седла клапана, а для шара почти в 5 раз (см. рис. 3 „Комбинация 10“).

Примечательно, что затраты на жизненный цикл этого механизма шарового клапана сокращаются по сравнению со стандартной комбинацией в среднем примерно на 75 % (см. рисунок 4 „Комбинация 10“).

Таким образом, при дальнейшей эксплуатации у клиента наряду с незначительными затратами на запасные части существенно возрастает экономия на издержках в результате сокращения

времени простоев для обслуживания клапанов и повышается коэффициент использования насоса.

#### Перспективы:

В следующих сериях испытаний наряду с уже упомянутой комбинацией материалов с шаром из оксида алюминия  $Al_2O_3$ , будет тестироваться влияние пластмассовых компонентов клапанов на износостойкость. Вместе с этим, будет проверено влияние альтернативных геометрий уплотняющего контура на седле клапана.

Кроме того, на испытательном стенде с помощью сложных измерений, к примеру, динамики изменения давления будут проверяться различные механизмы в цикле насоса, такие как, например, открытие и закрытие клапанов, в отношении того, отличаются ли эти механизмы и насколько в сравнении с использованием воды в качестве перемещаемой среды.

Также в реальных условиях будет тщательно протестирован шаровой клапан, оптимизированный по отношению к потоку путем моделирования потока жидкости и процессов теплопередачи с применением методов гидродинамики (CFD), и будет проведена оценка производительности в сравнении с имеющимся на данный момент "стандартным" шаровым клапаном. Для снижения до минимума времени и затрат на разработку оптимизированного клапана компоненты были произведены адаптивно. Таким образом, был накоплен опыт в области новых производственных процессов.

Испытание на продолжительность эксплуатации должно окончательно подтвердить выбранную методику оценки для экстраполяции суммарного времени эксплуатации.

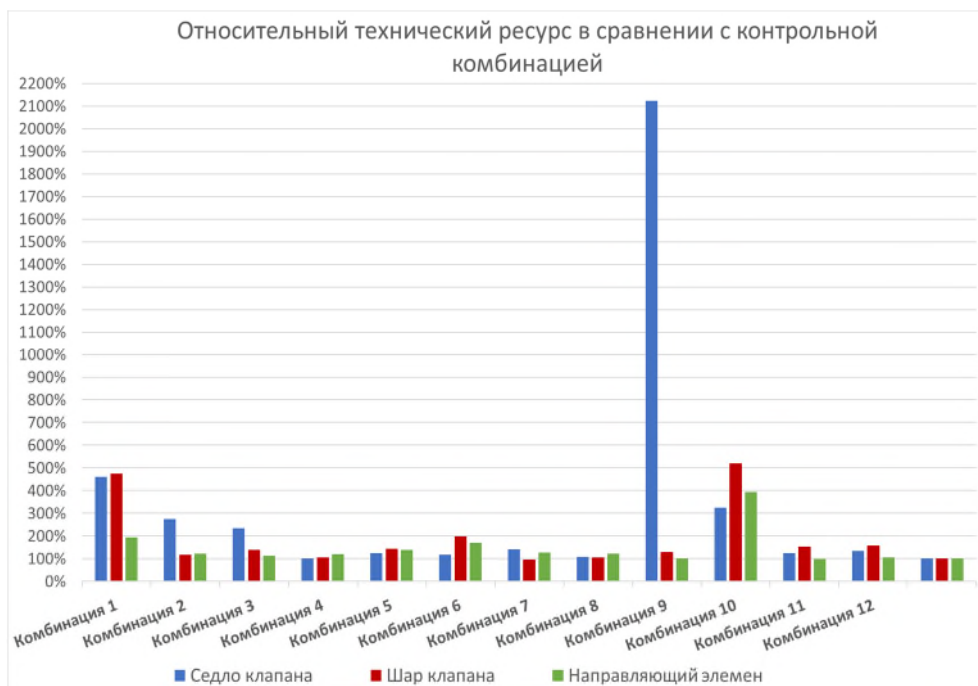


Рис. 3: Относительный технический ресурс комбинаций материалов в сравнении с контрольной комбинацией

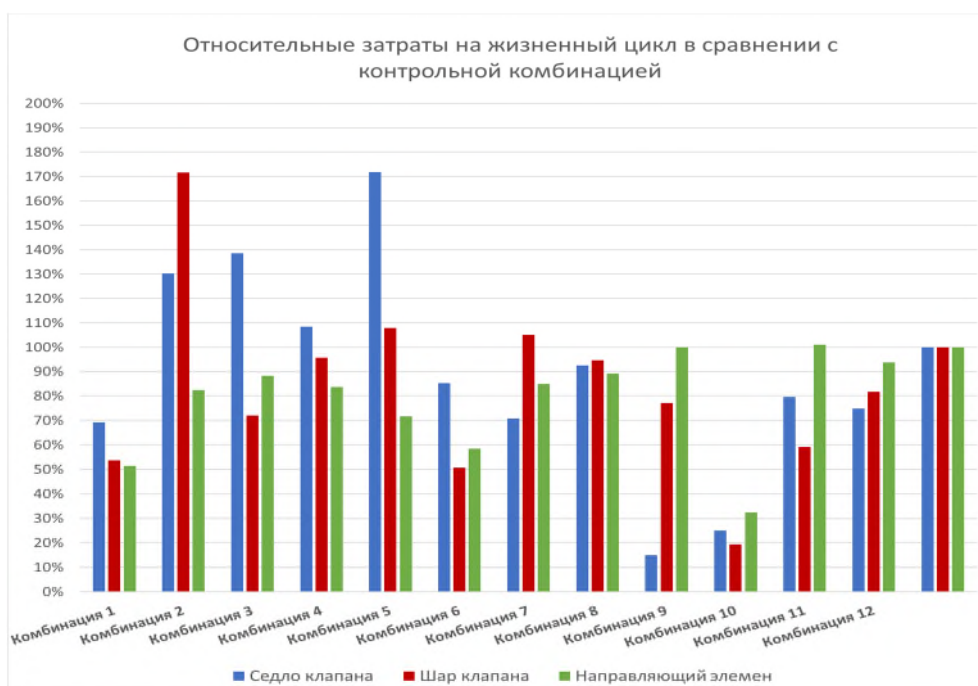


Рис. 4: Относительные затраты на жизненный цикл комбинаций материалов в сравнении с контрольной комбинацией