



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

ТЕХНОЛОГИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ



119313, г. Москва, ул. Ленинский проспект, д. 95, тел. +7/4842/55-02-07, +7/910/911-1007

www.mico-tech.com, info@mico-tech.com

Приложение №1

Учитывая важность задачи по повышению безопасности и надёжности работы турбинного оборудования, был проведен ряд стендовых и эксплуатационных испытаний на различных объектах.

1. Во избежание подобных явлений, на ответственном узле парораспределения паровой турбины, на ОАО «Калужский турбинный завод» были проведены натурные испытания пары «шток - уплотнение из терморасширенного графита», работающей при температуре пара 560 °С. Предварительно производился замер усилия страгивания штока в уплотнении, после чего был смоделирован останов работы узла, который был оставлен без движения на 1 месяц при остаточной влажной среде. По истечении этого времени был произведён повторный замер усилия страгивания, значение которого НЕ ИЗМЕНИЛОСЬ.

2. По просьбе одной из партнёрских энергоремонтных предприятий, для нужд Рязанской ГРЭС были произведены работы по нанесению минеральных покрытий на штоках из стали 15X11МФ регулирующих клапанов турбины К-300-240. Усилие страгивания не превысило 300 кгс, что позволило применить минеральные покрытия для штоков клапанов с непроточными сальниковыми уплотнениями, устанавливаемых взамен клапанов, исчерпавших ресурс клапанов на турбинах, находящихся в эксплуатации. Впервые покрытия были применены в 2010 году на стопорных и сбрасывающих клапанах на турбине К-300-240, которые успешно эксплуатируются на ГРЭС. При осмотре состояния штоков в зоне их взаимодействия с сальниковыми уплотнениями было обнаружено, что:

- отсутствует коррозионная активность материалов уплотнения с материалом штока;
- не замечено следов коррозии на материале штока;
- не обнаружено «закисление» пары коррозии на материале шток-уплотнение после стояночного режима.

На основании данных фактов специалистами был сделан вывод, что применение минеральных покрытий на штоках для клапанов турбин на до-и сверхкритические параметры пара существенно изменило ситуацию в использовании непроточных сальниковых уплотнений на основе ТРГ и позволило отказаться от уплотнений на основе жидкометаллических материалов.

В соответствии с Договором и программе испытаний на образцах с минеральным покрытием были проведены следующие испытания:

1. Испытание на износостойкость.

Испытания проводились на стенде возвратно-поступательного перемещения. Триботехнические испытания показали значительное повышение износостойкости образцов с минеральным покрытием (в 4-5 раз, 500-600%) по сравнению с износостойкостью исходных образцов. На протяжении испытаний образцы с минеральным покрытием прирабатывались, понижая

шероховатость. После завершения испытаний приработанная поверхность имела шероховатость Ra 0,1.

2. Определение фрикционных свойств.

В ходе приработки образцов поверхности трения показывали склонность к выглаживанию. В ходе испытаний образцов с минеральным покрытием наблюдалось снижение коэффициента трения по сравнению с коэффициентом трения на образцах без минерального покрытия с Ra 0,6 до Ra 0,3.

3. Испытания противозадирных свойств.

В результате испытаний на стенде образцы с минеральным покрытием показали отсутствие задиров и признаков схватывания. В процессе приработки наблюдалось выглаживание образцов с понижением шероховатости до Ra 0,1 (зеркально-гладкая поверхность).

4. Испытание на пластичность.

Испытание на пластичность проводилось в специальной оснастке по ГОСТ Р 9.317-2010, п.5.2. Образец с минеральным покрытием выдержал испытание на пластичность (2-х угловой изгиб) с прогибом 0,5 мм. Трещины и расслоения не обнаружены. Соответствует указанному выше ГОСТ.

5. Испытание на коррозионную стойкость.

Испытания проводились в камере с повышенной влажностью с автоматическим поддержанием установленного режима температуры $(40\pm 3)^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности окружающего воздуха $(97\pm 3)\%$. При испытаниях контролировался внешний вид минерального покрытия до начала испытаний, после испытаний продолжительностью 130 часов и после испытаний продолжительностью 650 часов. Перед проведением испытаний на воздействие повышенной влажности воздуха проведена проверка внешнего вида образцов наружным осмотром.

В соответствии с протоколом испытаний после 130 часов проведена проверка внешнего вида наружным осмотром. На всех образцах коррозии не обнаружено. Испытание было продолжено до 650 часов, после испытания проведена проверка внешнего вида наружным осмотром. На всех образцах следы коррозии, вздутия, трещин и расслоений не обнаружены.

Несмотря на то, что шероховатость не являлась основным параметром, контроль шероховатости осуществлялся профилометром на всех образцах до и после нанесения минерального покрытия. Значения шероховатости (Ra) образцов с минеральным покрытием находилось в пределах (1,66-3,93). После триботехнических испытаний на износостойкость наблюдалось выглаживание образцов с понижением шероховатости до Ra 0,1.

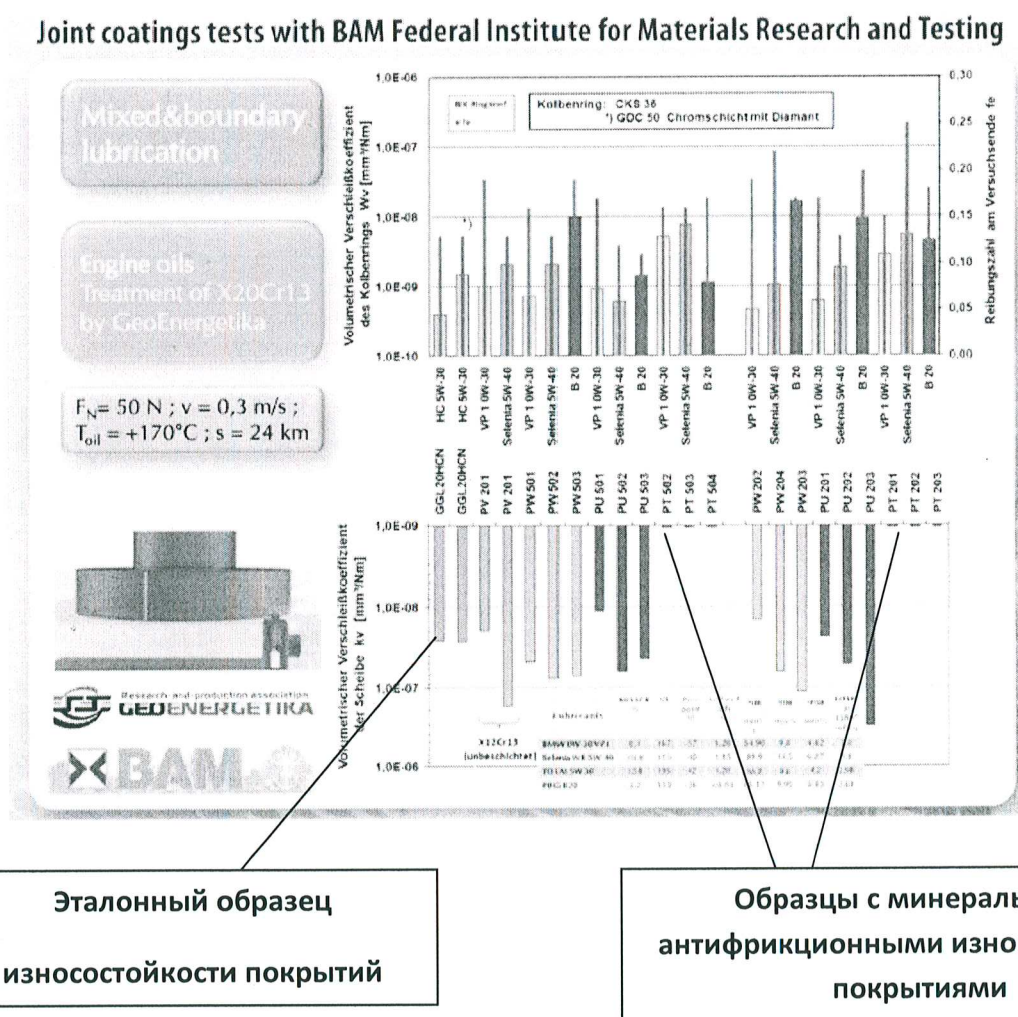
Выводы

1. Триботехнические испытания показали значительное повышение износостойкости образцов с минеральным покрытием (в 4-5 раз, 500-600%) по сравнению с износостойкостью исходных образцов.

На протяжении испытаний образцы с минеральным покрытием прирабатывались, понижая шероховатость до Ra 0,1.

- В результате испытаний на стенде образцы с минеральным покрытием показали отсутствие признаков схватывания.
- Образец с минеральным покрытием выдержал испытание на пластичность (2-х угловой изгиб) с прогибом 0,5 мм. Трещины и расслоения не обнаружены. Соответствует ГОСТ Р 9.317-2010, п.5.2.
- После 650 часов испытаний на коррозионную стойкость в камере повышенной влажности следов коррозии, вздутия, трещин и расслоения на всех образцах не обнаружено.
- По результатам испытаний сделан вывод о возможности использования минеральных покрытий на различных деталях запорной арматуры, в частности на запорном узле затвора фонтанной арматуры (давление среды 42 МПа, удельное давление на детали узла затвора 88 МПа).
- Рекомендовано ознакомить инженерно-технический состав с результатами настоящих испытаний для определения объектов применения технологии минеральных покрытий с целью повышения конкурентоспособности и надежности работы изделий.

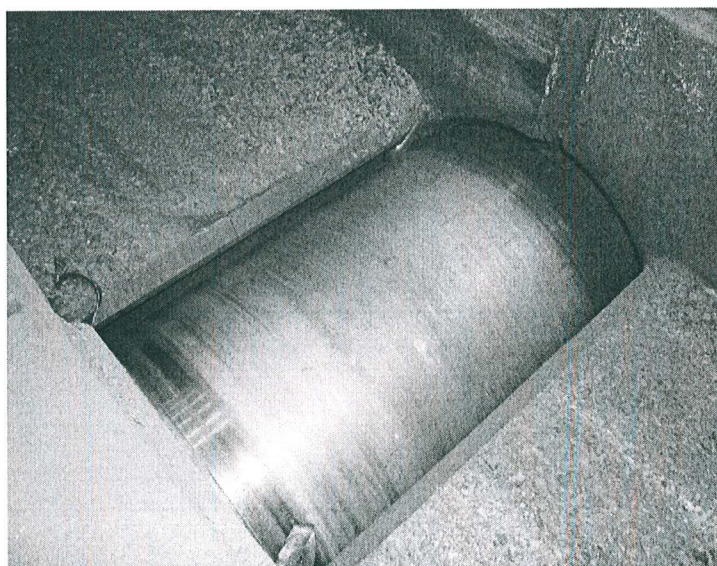
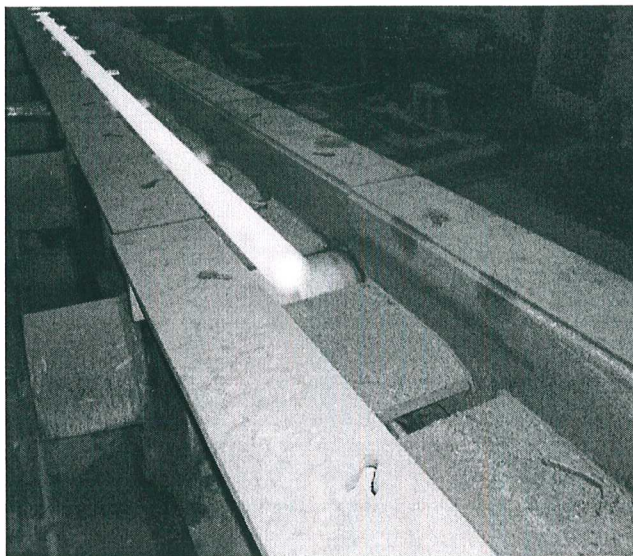
Рисунок №1



- Акт по результатам эксплуатации роликов 360x1045 мм СПЦ-1 с износостойким минеральным покрытием, Металлургический завод в Ворсино, входил в НЛМК, 2014 г.
- Отчет о результатах испытаний и использования минеральных покрытий по технологии «Геоэнергетика» в составе насосного оборудования, ОАО Калужский турбинный завод», 04.2012 г.
- отчет №007 о совместных испытаниях антифрикционных минеральных покрытий по технологии «НПО «Геоэнергетика» с ООО ПКФ "ГЕОКОМ", использование данных покрытий снижает энергопотребление на 15%;
- Акт осмотра рабочих лопаток 31-й и 40-й ступеней Т-250/300-240 ст.№7 ТЭЦ-26 ОАО «Мосэнерго», 05.2011 г.
- Технический акт от 30.09.2009 г. ТЭЦ-21 ОАО «Мосэнерго»
- Акт об эксплуатации узлов управления турбины Камчатской геотермальной электростанции от 16.06.2010 г.
- Акт об использовании минеральных покрытий по технологии «Геоэнергетика» при ремонтных работах турбины ПТ-30-3,4 зав.№9901 ст.№2 ТЭЦ г. Пикалево от 02.05.2007 г.
- Акт о нанесении минерального покрытия на детали парораспределения ЧВД турбины ПТ-30-3,4 зав.№9901 ст.№2 от 03.11.2005 г.

Для металлургической отрасли нами выполняются работы по нанесению различных минеральных покрытий на любые ролики оборудования сталеплавильных и прокатных цехов (ролики МНЛЗ, ролики ТПМ, ролики рольгангов, вводные ролики, формообразующие, правильные и т.д).

В качестве примера. На роликах рольганга стана 700 ОЭМК за межремонтный период (8 месяцев) износ превышал критический и достигал – 22 мм на сторону. На тех же роликах с минеральным покрытием за 25 месяцев эксплуатации износ полностью отсутствует. Зафиксировано снижение затрат на восстановление роликов на 50 %.



с уважением,
Зам. Генерального директора

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to M.B. Artyev.

М.В. Артеьев