

ПРИЧИНЫ ОТКАЗА РАБОЧИХ ЛОПАТОК ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

© 2025 г. Данил Викторович Новгородов^{1*}, А.В. Михайлов^{2**}

¹ – *Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, 620108 Екатеринбург,
ул. Софьи Ковалевской, д. 18*

* - novgorodov@imp.uran.ru; ** - mikhaylov@imp.uran.ru

В современном промышленном производстве газоперекачивающие агрегаты играют ключевую роль в обеспечении бесперебойной транспортировки газа.

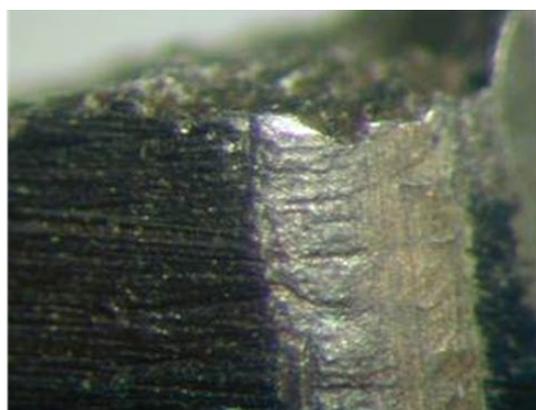
Данная работа посвящена исследованию отказов рабочих лопаток газоперекачивающего агрегата с использованием металлографических и фрактографических методов. Цель работы заключается в детальном изучении характера изломов и оценке качества материала лопаток в зоне их разрушения.

Исследование выполнялось с использованием методов спектрального анализа, оптической металлографии, сканирующей электронной микроскопии, твердометрии.

При визуальном осмотре установлено, что лопатки подвергались ремонтным операциям, таким как механическая зачистка и сварочно-наплавочное восстановление кромок пера (рис. 1). Обязательной процедурой любых ремонтных работ является предремонтный контроль, который включает в себя оценку состояния лопаток, выявление возможных дефектов и оценку степени износа.



а)



б)

Рис.1. Дефекты на поверхности лопаток;

а – следы механической зачистки, б – наплавленная кромка лопатки

Кроме того, контроль качества выполненного ремонта также играет ключевую роль в предотвращении дальнейших отказов. Таким образом, систематическое выполнение предремонтного контроля и контроль качества выполненного ремонта являются обязательными этапами, которые способствуют снижению рисков отказов лопаток в процессе их эксплуатации и увеличивают срок службы газоперекачивающих агрегатов.

В результате фрактографических исследований установлено, что причиной разрушения обеих лопаток является образование и развитие усталостной трещины в направлении от выходной кромки пера к входной кромке. Зарождение трещин (образование очага) произошло в приповерхностном слое металла выходной кромки по типу объёмного растрескивания от действия высоких нагрузок, соответствующих пределу прочности материала. Воздействие высоких нагрузок было кратковременным. Дальнейшее развитие трещин происходило под действием вибрационной нагрузки.

Особое внимание следует обратить на расплавление поверхности излома на участке межзеренного разрушения (рис. 2). Это обстоятельство может иметь несколько интерпретаций.

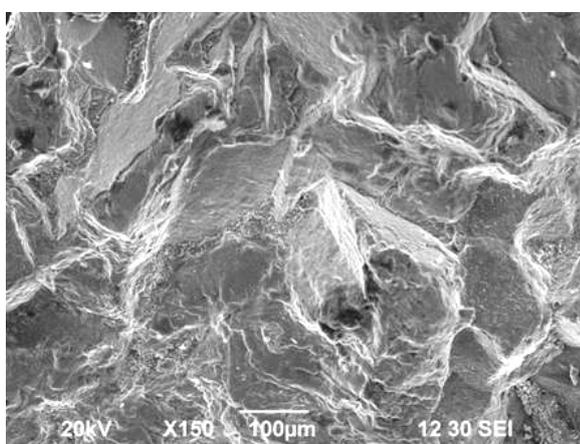


Рис. 2. Поверхность разрушения, натекание расплава на поверхности излома

Оплавление могло произойти до проведения ремонта. Это может говорить о недостаточной чувствительности проведённых диагностических процедур или о том, что существующие методы контроля не смогли обнаружить скрытые повреждения. Либо образование трещины и оплавление поверхности излома могло произойти в процессе ремонта. Таким образом, наличие оплавленной поверхности излома указывает на возможные недостатки в процессе диагностики или ремонта. Воздействие повышенной температуры после проведения ремонтных работ исключено, так как следы механической зачистки на поверхности лопаток не содержат оплавленных кромок.

В результате исследований сделано заключение, что вероятной причиной образования трещин в приповерхностном слое выходных кромок являлось проведение на лопатке термических (сварочно-наплавочных) ремонтных работ. Рекомендуется усовершенствовать технологические процессы предремонтного контроля, а также осуществлять тщательную проверку состояния объекта после завершения ремонтных работ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для ИФМ УрО РАН.