

УДК 620.194.8+669.35

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН ПОЛОМКИ КРАНА МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Попова О. Ю.

**Научные руководители:** канд. техн. наук. Аникина Валентина Ильинична,  
канд. техн. наук. Ковалёва Ангелина Адольфовна

*Сибирский Федеральный Университет*

Целью настоящей работы является определение механизма и причин разрушения корпуса шарового крана.

Шаровый кран - это запорное приспособление, частью которого является подвижная деталь затвора, имеющая сферическую форму тела вращения (отсюда и название шаровой кран), с отверстием для прохода потока рабочей среды и для его закрытия. Затвор перемещается вокруг своей оси, расположенной перпендикулярно оси трубопровода. Краны изготавливаются из латуни, бронзы, серого чугуна, стали, пластмасс и других материалов.

Внешний осмотр проводили с применением бинокулярного микроскопа Stemi 2000-C при увеличениях до 60 крат.

На исследование представлены фрагменты трубы с тройником, уголком, части фрагмента ниппеля. Внешний вид тройника приведен на рисунке 1.



Рисунок 1- Внешний вид тройника

На поверхности шарового крана видна трещина с внешней стороны. Трещина, наблюдаемая на поверхности шарового затвора, - продольная, локализованная и располагается над местом нахождения шара внутри тройника. Она имеет вид, раскрывшейся снаружи створки, идущей из центра на поверхность, однородна по виду и находится на вздутой поверхности шарового крана, разделяя заводское маркировочное обозначение «RR 1/2 ITALY», вторая часть маркировки находится на противоположной стороне «DN 15 PN 40», где нет выпуклостей, распирающей металл.

На поверхности части ниппеля видны сколы, зазубрины, следы коррозии. Под окисленным слоем наблюдаются блестящие участки - сколы, неравномерно чередующиеся с темными окисленными участками (рисунок 2). Следов механического воздействия не обнаружено, то есть, нет деформации ниппеля, нет прогибов.

Наличие продуктов коррозии коричнево-розового цвета видно на поверхности разрушения внутренней части и ниппеля и тройника, в виде тонкодисперсного порошкового вещества.



Рисунок 2 - Труба, внутри которой часть оторванного ниппеля

При рассмотрении трубы в тройнике, где и произошло разрушение ниппеля видно, что разрушение возникло в месте, где ниппель вкручивается в тройник и соединяется с металлом трубы, то есть с железом. Часть ниппеля, вкрученная в тройник, осталась в нем. Место соединения покрыто продуктами окисления желто-коричневого цвета (цвета ржавления железа).

Металлографические исследования проводили после травления шлифов в растворе, состоящем из 5мл хлорного железа, 15мл соляной кислоты и 100мл дистиллированной воды, на микроскопе Observer. D1m. при увеличении\*800. Фотография микроструктуры представлена на рисунке 3.

В микроструктуре видны две фазы:  $\alpha$  и игольчатая  $\beta$ , что свидетельствует о том, что ниппель изготовлен из двухфазной латуни. Распределение структурных составляющих говорит о том, что отжиг на латуни был проведен.

Структура однородна по сечению, то есть нет дефектов металла металлургического производства.

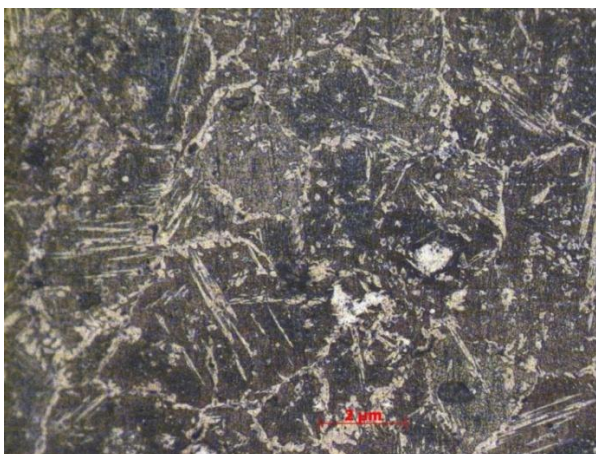


Рисунок 3 - Микроструктура оторванной части ниппеля

Анализ изломов был сделан на обломанной части ниппеля на микроскопе Stemi 2000-C. Фрактограммы представлены на рисунке 4.

Сломанный участок ниппеля представлен многоочаговым характером разрушения, сильной шероховатостью и большим количеством трещин, выходящих на поверхность разрушения. Начальная зона разрушения, проходящая по первому витку резьбы, выглядит матовой, темной, покрыта продуктами коррозии.



Рисунок 4 - Фрактограммы ниппеля

Наличие матовой зоны темного цвета, обладающей высокой рельефностью говорит о вязком изломе, но при этом присутствуют участки сколов с блестящей гладкой поверхностью, что свидетельствует о наличии хрупкой составляющей излома, то есть в целом наблюдается смешанный излом. Таким образом, излом является квазихрупким. Поскольку сколы расположены по диаметру ниппеля практически равномерно, следовательно, характер излома – усталостный, причем, ступеньки сколов являются доказательством, что разрушение произошло под действием циклической нагрузки.

Так как количество сколов большое и их чередование равномерное по окружности ниппеля, это свидетельствует о резком разрушении, то есть - под воздействием гидроудара. Такому разрушению предшествовало усталостное коррозионное разрушение, которое образовало трещины, развивающиеся во времени.

Деталь постоянно подвергалась коррозии, так как контактировала с горячей водой, которая содержит некоторое количество примесей. Коррозию металла подтверждают следы ржавчины на поверхности детали.

Шаровый кран постоянно подвергается динамической нагрузке, изменяющейся с изменением напора воды и перепадам температуры.

Таким образом, в представленном фрагменте разрушенного крана наблюдается усталостный износ, произошедший под действием длительной коррозии, которому подвергался кран при постоянном циклическом нагружении и действии гидроудара, при котором произошло окончательное разрушение.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1) Отделение части ниппеля произошло за счет усталостного разрушения, к которому привело коррозионное воздействие, происходящее при эксплуатации крана.

2) Ниппель находился за счет резьбового соединения в напряженном состоянии. Разрушение произошло по первому витку резьбы ниппеля, где максимально сказывалось воздействие напряжения.

3) Коррозионное воздействие способствовало образованию трещин, развивающихся при напряженном состоянии резьбового соединения.

4) Резкое разрушение ниппеля произошло при гидроударе.