

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ДЕФЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ
ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ**

**П.С. КУНИНА¹, Е.И. ВЕЛИЧКО¹, И.В. БРАТЧЕНКО²,
С. П. КОСТИН², Ю. Н. ЧЕРНОВА², Н.Ю. КЛИМОВА²**

¹*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2; факс: (861)259-65-92*

²*ООО Грандэкспертинжиниринг, 350000, Российская Федерация, г. Краснодар,
ул. Кожевенная, 40; факс: (861)219-53-22*

В статье изложены основные причины возникновения аварийных и опасных ситуаций в трубопроводных сетях: коррозия; резкие перепады давления; низкочастотные вибрации с большими амплитудами и т.д. Кроме этого в статье освещены такие понятия, как: местные дефекты, которые бывают точечные, линейные, объемные; распределенные в ограниченных зонах – ликвационные зоны, зоны неполной закалки, зоны коррозионного поражения; распределенные по всему объему изделия или его поверхности: общее несоответствие химической структуры, качества обработки. Рассмотрены производственные дефекты деталей трубопроводных элементов: волосовины, усадочная пористость и раковины и рыхлоты, газовая пористость, флокены, заков, закалочные трещины, шлифовочные трещины, прижоги, риски, расслоения и закаты.

Ключевые слова: аварийные и опасные ситуации, трубопроводные системы и сети, производственные дефекты, пористость, раковины, прижоги, неметаллические включения, трещины.

Известно, что основными причинами возникновения аварийных и опасных ситуаций в трубопроводных сетях являются: коррозия, резкие перепады давления; низкочастотные вибрации с большими амплитудами и т.д.

Однако мало кто обращает внимание на производственные дефекты оборудования, в частности труб (особенно большого диаметра, которые производят из листового проката) и литых корпусов запорно-регулирующей арматуры. Обычно входной контроль такого оборудования при строительстве трубопроводов производится крайне редко и, вследствие этого, производственные дефекты, оставшись не выявленными, существенно снижают эксплуатационную надежность оборудования.

Встречающиеся в металлических изделиях и заготовках макродефекты различаются по размерам, расположению, природе и происхождению. Дефекты могут быть:

1. Местными: различные нарушения сплошности – поры, раковины трещины, расслоения, флокены, расслоения, заковы, закаты и др.) локализованные в ограниченном объеме. В свою очередь местные дефекты подразделяются по степени локализации:

- точечные,
- линейные,
- объемные;

по расположению:

- поверхностные,
- подповерхностные,
- внутренние.

2. Распределенными в ограниченных зонах:

- ликвационные зоны;
- зоны неполной закалки;
- коррозионного поражения;

3. Распределенными по всему объему изделия или его поверхности - общее несоответствие химической структуры, качества обработки.

К производственным дефектам деталей агрегата можно отнести волосовины, заковы, усадочную пористость раковины и шлифовочные трещины, прижоги, дефекты и погрешности механической обработки.

Волосовины являются характерным дефектом стальных деталей, прошедших обработку давлением. Они образуются вследствие раскатки подкорковых газовых пузырей или скопления неметаллических включений. На поверхности деталей волосовины обнаруживаются в виде прямых и тонких трещин, глубиной до 0,5...1,5 мм и длиной от долей миллиметра до нескольких сантиметров. Они обычно вытянуты в направлении течения материала при пластической деформации и располагаются, как правило, близко к поверхности. Иногда они могут располагаться группами и на значительной глубине. Наличие волосовин снижает локальную прочность металла, что приводит к выкрашиванию по волосовинам и, как следствие, к повреждению детали.

Усадочная пористость и раковины и рыхлоты специфичны для литых деталей, таких как корпуса запорно-регулирующей арматуры. Они так же снижают прочность материала, что может стать причиной разрушения или выкрашивания.

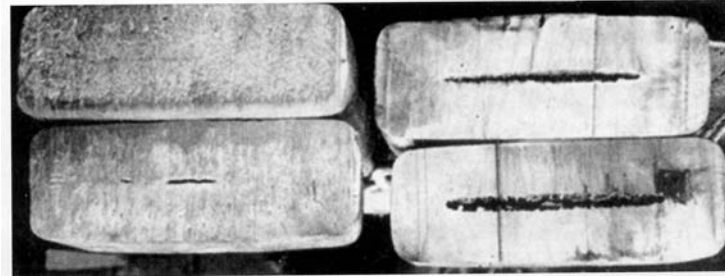


Рисунок 1 – Усадочные раковины в слитках (поперечное сечение)

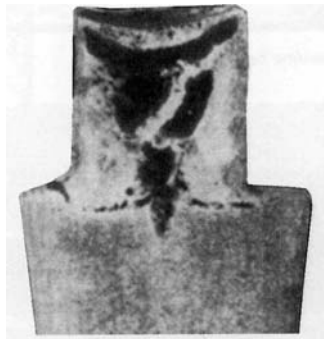


Рисунок 2 – Усадочная раковина в слитке

Газовая пористость возникает при кристаллизации металла в результате выделения газов, растворившихся в нем в процессе плавки. Газовая пористость может быть рассеянной как по всему объему металла, так и сосредоточенной в подкорковом слое.



Рисунок 3 – Газовая пористость (пузыри в слитке, вскрытые при механической обработке)



Рисунок 4 –Поры в стали

Флокены – тонкие извилистые трещины имеющие вид пятна с серебристого цвета округлой формы, наиболее часто образуются в среднеуглеродистых и среднелегированных сталях (рис. 5). Флокены наиболее часто образуются в среднеуглеродистых и среднелегированных сталях при повышенном в них содержании водорода. В процессе охлаждения водород, растворенный в жидкой стали, выделяется, заполняя при этом все пустоты, вплоть до дефектов кристаллической решетки. Превращаясь из атомарного в молекулярный, водород развивает значительные давления, приводящие к хрупкому разрушению металла (сходство с процессом наводороживания стали в трубопроводах и аппаратах).

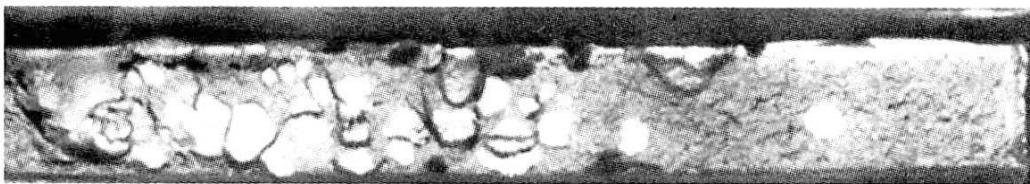


Рисунок 5 – Флокены в стали

Неметаллические включения – внутренние дефекты сортового проката и горячекатаного проката, состоящие из остатков шихты, примесей флюсов. Эти дефекты могут проявиться не только в процессе обработки материала, но и в процессе работы под воздействием знакопеременных, термических нагрузок и изгибающих напряжений.

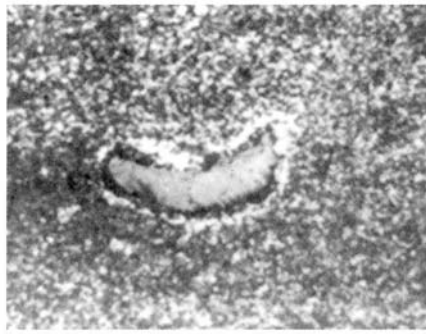


Рисунок 6 –Крупное неметаллическое включение в поперечном сечении горячекатаного прутка

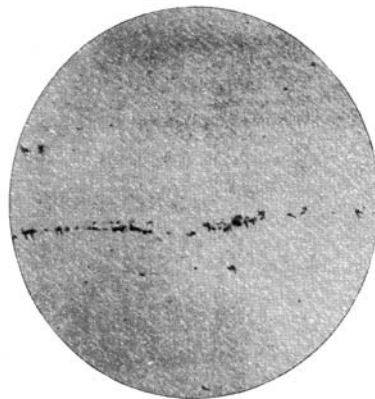


Рисунок 7 –Неметаллическое включение в стали

Заков представляет собой дефект, образующийся при ковке или штамповке детали, когда усадочная раковина или рыхлота сваривается не в глубине слитка, а на поверхности.

Закалочные трещины являются дефектом термической обработки поверхностей.

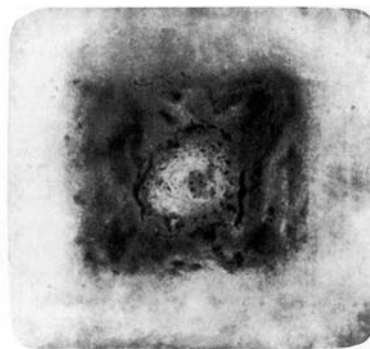


Рисунок 8 –Закалочные трещины, образовавшиеся в заготовке при быстром нагреве

Они образуются на деталях, прошедших повторную закалку для исправления погрешностей, допущенных во время основной закалки. При

перезакалке увеличиваются внутренние напряжения в материале, усиливается коробление, что способствует образованию закалочных трещин. Поверхность излома у закалочных трещин темная, иногда крупнозернистая, форма в некоторых случаях зигзагообразная.

Шлифовочные трещины образуются при неравномерном нагреве и охлаждении отдельных участков детали, в результате чего появляются внутренние растягивающие напряжения. Эти трещины могут появиться не сразу, а по прошествии некоторого времени в процессе эксплуатации от совместного воздействия шлифовочных и эксплуатационных напряжений. На шлифованных поверхностях шлифовочные трещины обычно располагаются перпендикулярно движению шлифовального круга. В эксплуатации они могут изменять свою ориентацию и образовывать сетку трещин. Шлифовочные трещины короткие и имеют групповое расположение.

Прижоги – закаленные участки небольшой площади или участки с веткой тонких трещин на поверхности металла, образуются вследствие нарушения режимов шлифования.

Риски появляются на поверхности проката в виде мелких открытых царапин шириной 0,2...0,5 мм в результате попадания мелких частиц на валки при прокате или износе матрицы в процессе прессования. Эти причины наиболее часто приводят к разрушению камер сгорания.

Расслоения и закаты. Закаты возникают при избытке металла на валках (калибрах) при прокатке в виде заусенцев глубиной более 1 мм, закатанных в диаметрально противоположных направлениях. Расслоения – внутренние нарушения сплошности и ориентированы по направлению волокна.

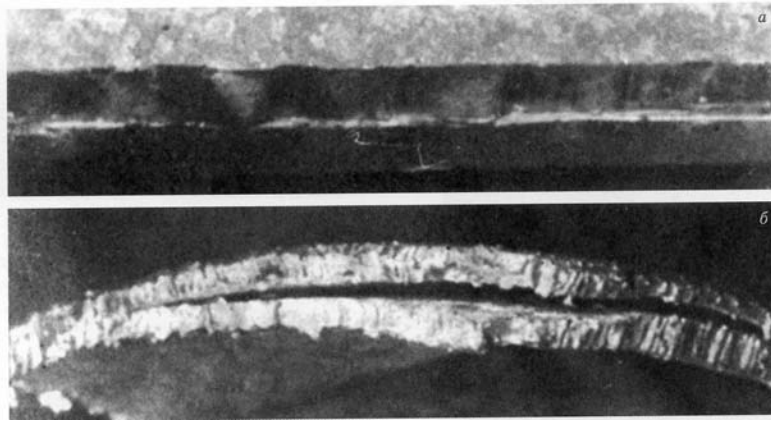


Рисунок 9 -Расслоение в листовом материале

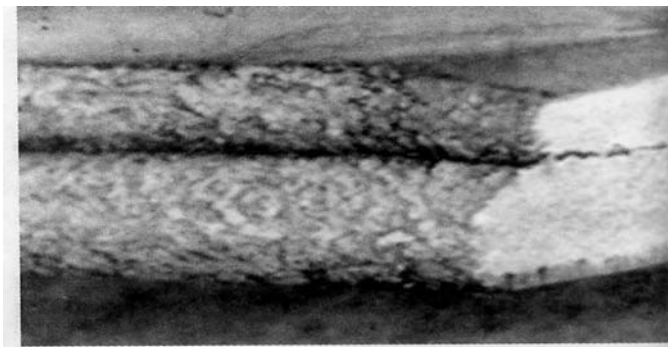


Рисунок 10 –Закат в толстолистовом прокате

Таким образом, зная тип, вид и обширность этих производственных дефектов при выполнении входного контроля можно произвести обоснованную выбраковку изделий, сокращая тем самым возможность возникновения аварийных и опасных ситуаций в процессе работы оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паврос С.К. Дефекты металлургической продукции. В Мире неразрушающего контроля, №3(25), сент. 2004, с.4-7.
2. Кунина П.С.,Величко Е.И. Павленко П.П. Диагностика энергетического оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа Краснодар: Издательский Дом-Юг,2010.-552 с. ISBN 978-5-91718-082-3

REFERENCES

1. Pavros S. K. Metallurgical Defects of products. In the NDT World, №3 (25), sept. 2004, p. 4-7.
2. Kunina P.S.,Velichko E. I. Pavlenko P. P. Diagnostics of power equipment of pipeline transport of oil and gas. Krasnodar: Publishing House-South,2010. – 552 p. ISBN 978-5-91718-082-3

*MANUFACTURING DEFECTS OF THE EQUIPMENT TUBING-
GOVERNMENTAL NETWORKS*

**P. S. KUNINA¹, E. I. VELICHKO¹, I. V. BRATCHENKO²,
S. P. KOSTIN², YU. N. CHERNOVA², N.YU. KLIMOVA²**

¹ *Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
Fax: (861)259-65-92*

² *LLC Grandexpertengineering, 40, Kojevennaya St.,;
Krasnodar, Russian Federation, 350000;
Fax: (861)219-53-22*

In article the main reasons for emergence of emergency and dangerous situations in pipeline networks are stated: corrosion; sharp pressure differences; low-frequency vibrations with big amplitudes, etc. Besides such concepts, as are covered in article: local defects which happen dot, linear, volume; distributed in limited zones – likvatsionny zones, zones of incomplete training, a zone of corrosion defeat; the products distributed on all volume or its surfaces: general discrepancy of chemical structure, quality of processing. Production defects of details of pipeline elements are considered: volosovina, shrinkable porosity and sinks and rykhlot, gas porosity, flakes, zak, hardening cracks, grinding cracks, prizhog, risks, stratifications and declines.

Key words: emergency and dangerous situations, pipeline systems and networks, production defects, porosity, sinks, prizhog, nonmetallic inclusions, cracks.