

## ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Валеев С.И., Харламов И.Е.*

*Казанский национальный исследовательский технологический университет,  
г.Казань*

**Ключевые слова:** эксплуатация, промышленность, дефект, обечайка, аппарат, напряжения.

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема эксплуатации технологического оборудования, подверженного воздействию трещиноподобного дефекта типа расслоения. Рассмотрена специфика возможной безопасной эксплуатации оборудования с такими дефектами, как расслоение.

## THE INFLUENCE OF DEFECTS BASE METAL OPERATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

*Valeev S.I., Kharlamov I.E.*

*Kazan national research technological university, Kazan*

**Keywords:** exploitation, industry, defect, shell, apparatus, stresses.

**Abstract.** The article deals with the problem of operation of the processing equipment subject to influence of a crack-like defect of type stratification is carried out. The specificity of the possible safe operation of equipment with defects such as delamination is considered.

Возникающие аварийные ситуации на опасных производственных объектах предприятий нефтехимической промышленности, сопровождаются взрывами, пожарами, разрушениями. Причины возникновения аварийных ситуаций связаны в основном с разгерметизацией технологического оборудования, выбросом взрывоопасных веществ [2,5,7].

Разрушение технологического оборудования происходит преимущественно по причинам, связанными с неполным знанием спектра эксплуатационных нагрузок, нарушением технологий на стадии изготовления, эксплуатации и ремонта потенциально опасных объектов, изменения физико-механических свойств металла, механизма возникновения и развития различного рода дефектов [2-4,6,9].

Одним из наиболее опасных дефектов, приводящих к взрывам и пожарам, является трещиноподобный дефект типа расслоение основного металла или сварного соединения [4,7,9].

В общем случае, расслоение-это внутреннее нарушения сплошности металла стенки оборудования, ориентированного по направлению волокна, которое возникает при обработке слитка давлением, имевшего усадочные раковины или рыхлоты, а также при прокатке неметаллических включений и газовых пузырей. Подобный дефект обычно располагается в середине листа параллельно поверхности.

Встречаются расслоения в околошовной зоне – это расслоение, примыкающее к сварному шву. Дополнительная опасность такого расслоения

связана с возможностью наличия в сварном шве трещины, образовавшейся под воздействием расслоения при наложении сварного шва.

Расслоение может появиться как на стадии эксплуатации, так и изначально присутствовать в металле технологического оборудования, не замеченном при входном контроле.

Согласно нормативно-технической документации дефект типа расслоение является недопустимым дефектом и эксплуатация технологического оборудования с таким дефектом не возможна. Обычно эксплуатация такого оборудования разрешается в случае ремонта дефектного участка с применением сварки или периодического обследования дефектного участка неразрушающими методами с целью контроля увеличения размеров расслоения, если размеры и расположение расслоения не позволяют произвести его ремонт. Проведение периодического контроля процесс дорогой и трудоемкий, особенно в случае невозможности вывода оборудования из технологического процесса.

Среди неразрушающих методов контроля наиболее приемлемым для выявления расслоения является ультразвуковой метод, несмотря на его относительную трудоемкость. Однако на ранней стадии возникновения расслоения могут возникать сложности в интерпретации результатов и при ультразвуковом контроле.

Работоспособность оборудования с трещиноподобными дефектами типа расслоение в значительной степени будет определяться скоростью развития расслоения, что важно при выполнении прочностных расчетов и обеспечения безопасности эксплуатации оборудования.

При оценке безопасной эксплуатации оборудования с расслоением необходимо, прежде всего, оценить возможность его хрупкого разрушения или сопротивление хрупкому разрушению. Сопротивление хрупкому разрушению оценивается по коэффициенту интенсивности напряжения (КИН) методом конечных элементов с помощью программного комплекса ANSYS [1,8,9].

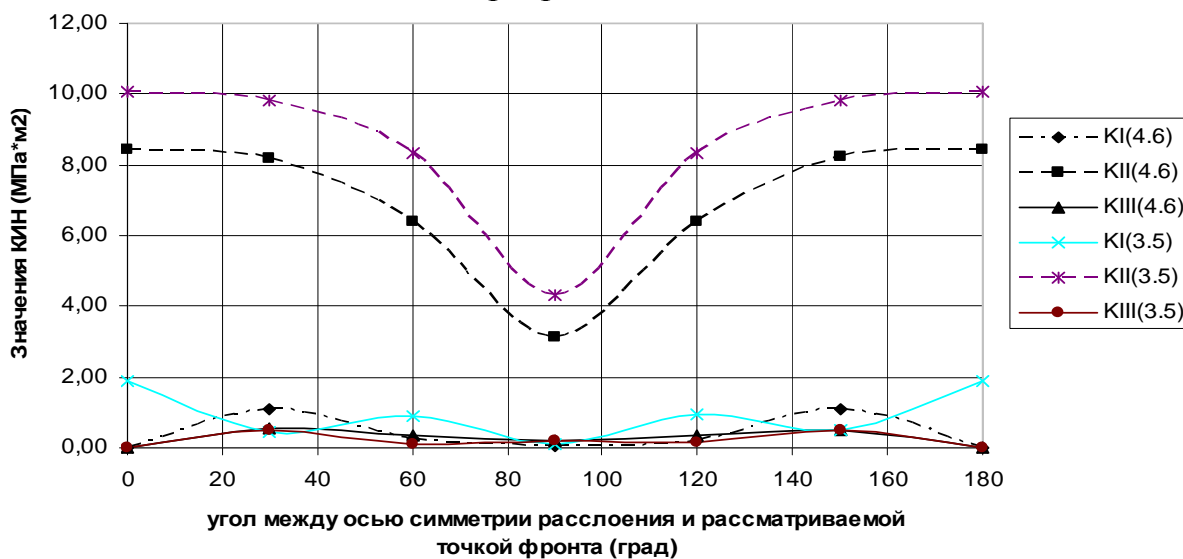


Рис. 1. Распределение КИН по фронту расслоения № 1

При принятии решения об условиях эксплуатации необходимо учитывать направленность и глубину залегания расслоения.

Так, например, при обследовании вертикальной емкости, были выявлены в основном металле обечайке три эллиптических расслоения расположенные на различной глубине от наружной поверхности [9]. Расслоения расположены параллельно поверхности обечайки. В качестве примера приведен расчет одного расслоения. По результатам исследований установлено, что величины КИН малы по сравнению с критическим для материала обечайки емкости, что исключает дальнейший рост расслоений в данных конкретных условиях эксплуатации (рис. 1). Так же установлено, что расслоения не вышедшее на поверхность не оказывает влияния на несущую способность элемента конструкции пока оно локально и не распространяется. Следовательно, выявленный дефект не оказывает негативного влияния на прочность и безопасную эксплуатацию емкости, что было учтено при определении рекомендаций по оптимальному сроку и условиям эксплуатации до очередного обследования.

В случае же экономической или технической нецелесообразности проведения расчетов и ремонта выдается заключение об исключении оборудования с трещиноподобным дефектом типа расслоение из эксплуатации.

#### Список литературы

1. Морозов Е.М. Методы конечных элементов в механике разрушения / Е.М. Морозов, Г.П. Никишков. – М.: Наука, Глав. ред. физ.-мат. лит., 1980. – 256 с.
2. Valeev S.I, Kharlamov I.E., Determination of powerful active zones of petrochemical equipment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019, vol. 537, 032059, p.1-5.
3. Валеев С.И. Прочность элементов оборудования длительное время находящегося в эксплуатации / С.И. Валеев, Н.В. Пластинкин // Фундаментальные основы механики. – 2018. – №3. – С. 129-130.
4. Валеев С.И. Прочностной расчет обечайки аппарата с технологическим дефектом / С.И. Валеев, И.Е. Харламов, И.Р. Нурмиев // «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы-2018» (МНТК(«ИМТОМ-2018»)): Материалы IX Международной научно-практической конференции. – Казань, 2018. – С. 21-25.
5. Насибуллин Р.Р. Компьютерное моделирование воздействия ветрового потока на эффективность защиты тепловой завесы / Р.Р. Насибуллин, А.Д. Галеев, С.И. Валеев // Вестник технологического университета. – 2018. – Т.21. – № 3. – С 151-153.
6. Валеев С.И. Влияние дефекта типа «вмятина» на прочность технологического оборудования / С.И. Валеев, В.С. Павленко // Автоматизированное проектирование в машиностроение. – 2018. – № 6. – С. 16-18.
7. Асатов И.Ф. Диагностика, контроль и ремонт оборудования нефтехимической отрасли, подверженного дефекту типа расслоение / И.Ф. Асатов, С.И. Валеев, И.Е. Харламов // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2016. – Т. 72. – № 2. – С. 21-24.
8. Каплун А.Б. ANSYS в руках инженера. Практическое руководство / А.Б. Каплун, Е.М. Морозов, М.А. Олферьева. – М.: Едиториал, УРСС, 2003. – 272 с.
9. Харламов И.Е. Возможная эксплуатация емкостного оборудования с технологическими дефектами на нефтегазохимическом предприятии / И.Е. Харламов, С.И. Валеев, В.А. Булкин // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 22. – С. 82-83.

#### Сведения об авторах:

*Валеев Сергей Ильдусович* – к.т.н., доцент, КНИТУ, г.Казань;

*Харламов Илья Евгеньевич* – ассистент, КНИТУ, г.Казань.