Дергачев А.Н., младший научный сотрудник ОАО НТЦ «Промышленная безопасность»

В нефтегазовой отрасли эксплуатируется большое число оболочковых конструкций для хранения, транспортировки и переработки различных нефтепродуктов, а также пожаро- и взрывоопасных жидкостей. Резервуары занимают особое место среди оболочковых конструкций. Резервуарные парки – одно из главных и в то же время самое слабое звено в цепи нефтепродуктообеспечения. Число отказов в резервуарных парках, в том числе аварийных, велико. Низкая надежность резервуаров связана, в первую очередь, с тем, что подавляющее большинство резервуаров вертикальных стальных (РВС) эксплуатируются дольше назначенного ресурса, равного 20-25 годам [14].

На развитие хрупкого разрушения существенно влияют свойства сталей. Вероятность хрупкого разрушения увеличивается при понижении пластических свойств (охрупчивании) металла. В такой же качественной зависимости находится частота разрушения от ударной вязкости основного металла. В большей степени влияние ударной вязкости сказывается при наличии значительных концентраций напряжений.

Многие стали под влиянием ряда факторов могут перейти из вязкого состояния в хрупкое. К таким факторам можно отнести: понижение температуры, наличие объемно-напряженного состояния в сварных швах или околошовной зоне, в которых могут наблюдаться дефекты в виде непроваров и микроскопических трещин, изменение скорости нагружения и уровня взлива нефтепродуктов в РВС.

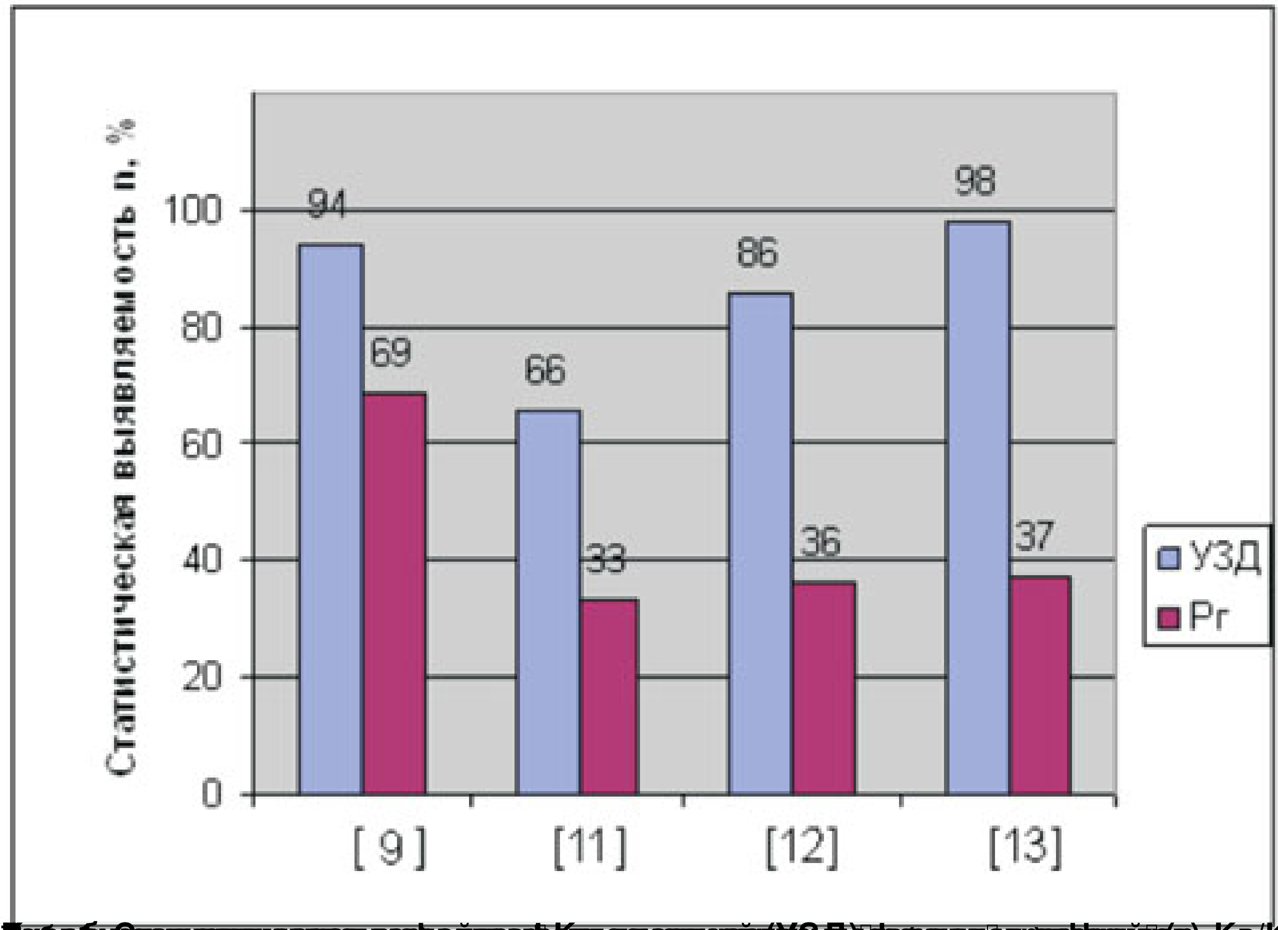
Дефекты играют важную роль при оценке возможности разрушения резервуара. Непровары, подрезы, шлаковые включения – все это может при определенных обстоятельствах являться первопричиной аварии. Процесс роста дефекта до критической величины может длиться годами.

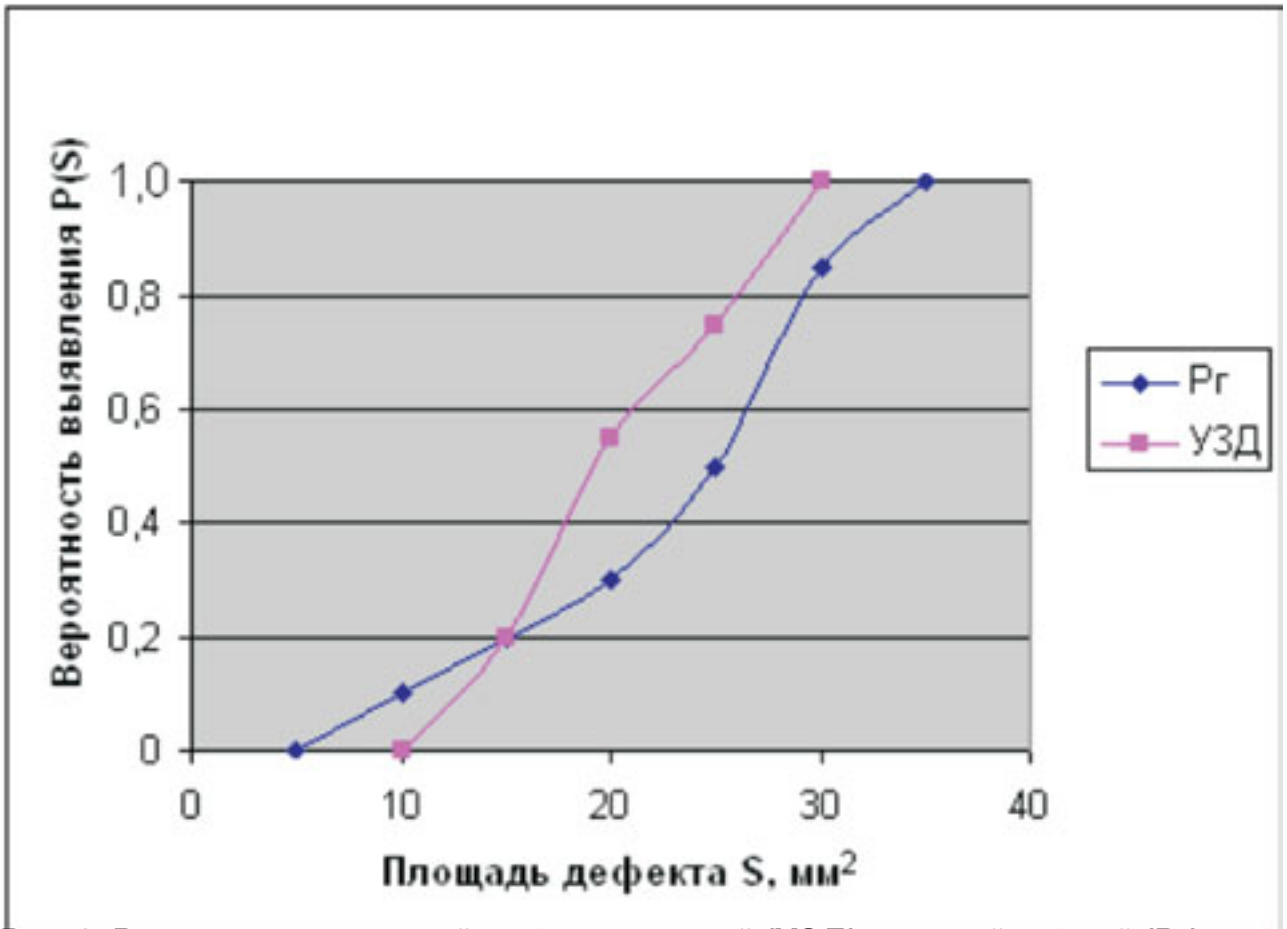
При малоцикловом нагружении в нагруженных элементах резервуара (стенке, окрайке днища) сначала возникают усталостные повреждения, которые постепенно развиваются до образования трещин. В связи с этим процесс развития дефектов и расчет ресурса можно разделить на две стадии: на стадию накопления усталостных повреждений и

на стадию развития трещин до критического размера, при достижении которого происходит катастрофическое разрушение конструкции. В основном, ресурс резервуара определяется исчерпанием его несущей способности в результате циклического нагружения и появления и развития усталостных трещин. Исключение составляют резервуары, для которых основным повреждающим фактором является коррозионный износ. Это, например, резервуары, работающие под сырой нефтью и расположенные в районах нефтяных месторождений и имеющих достаточно высокую температуру продукта.

Отметим наиболее слабые места РВС. Наиболее подвержены дефектам сварные швы. Со временем отклонения от норм, допущенные при изготовлении, перерастают в критические трещины. Сюда относятся все без исключения виды сварных соединений. Каждый шов служит концентратором напряжений.

Согласно исследованиям Международного института сварки (МИС), 48 из 117 повреждений, то есть примерно 40% разрушений сварных соединений сосудов и трубопроводов, вызваны технологическими дефектами, заложенными при изготовлении и монтаже [7].


Статистическая выявляемость п, %
0
20
40
60
80
100
94
69
66
33
86
36
98
37
[9]
[11]
[12]
[13]
УЗД
Рг


Вероятность выявления P(S)
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0
0
10
20
30
40
Площадь дефекта S, мм2
Pr
УЗД