

УДК 678.01:621.643.411.4

**В.И Кимельблат**  
**V.I. Kimelblat**

**ПРОГНОЗ НАДЕЖНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.**  
**FORECAST THE RELIABILITY OF PLASTIC PIPELINES.**

*Изложены основные подходы к прогнозированию надежности полимерных трубопроводов. Основное внимание уделено сварным соединениям полимерных труб, которые являются наиболее уязвимыми элементами трубопроводных системы. Показано каким образом прогноз надежности трубопроводов может быть выполнен на основании анализа факторов, влияющих на долговечность сварных соединений.*

Stated basic approaches for forecasting the reliability of plastic pipelines. Focuses on the welded joints of plastic pipes, which are the most vulnerable elements of the pipeline system. It is shown how the forecast of pipelines reliability can be made on the basis of analysis of factors affecting on the durability of welded joints.

Ключевые слова: Полимерные трубопроводы, надежность, сварные соединения.

Keywords: Plastic pipelines, reliability, welded joints.

Страниц 3

Таблиц -

Рисунков -

Количество наименований библиографического списка 4

## **ПРОГНОЗ НАДЕЖНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.**

### **FORECAST THE RELIABILITY OF PLASTIC PIPELINES.**

*Изложены основные подходы к прогнозированию надежности полимерных трубопроводов. Основное внимание уделено сварным соединениям полимерных труб, которые являются наиболее уязвимыми элементами трубопроводных системы. Показано каким образом прогноз надежности трубопроводов может быть выполнен на основании анализа факторов, влияющих на долговечность сварных соединений.*

Stated basic approaches for forecasting the reliability of plastic pipelines. Focuses on the welded joints of plastic pipes, which are the most vulnerable elements of the pipeline system. It is shown how the forecast of pipelines reliability can be made on the basis of analysis of factors affecting on the durability of welded joints.

До 1981 г. строительство полимерных трубопроводов не было в надлежащей степени обеспечено качественными трубами, носило разовый характер, выполнялось энтузиастами с целью агитации за внедрение перспективных материалов в отдельных отраслях народного хозяйства СССР, например, в газовом, коммунальном хозяйстве, энергетике, бальнеотехнике. В начале 80г. в СССР был организован выпуск отечественных трубных марок полиэтилена низкого давления ПНД и труб из них. К настоящему времени в России выпущено несколько миллионов тонн полимерных труб и сооружена протяженная сеть полиэтиленовых трубопроводов. Некоторые трубопроводы эксплуатируются уже несколько десятилетий, причем условия эксплуатации (давление, температура, состав транспортируемой среды и режим работы) весьма разнообразны. В качестве материала труб применяются специальные композиции на основе сополимеров этилена с высшими олефинами, сополимеров пропилена, поливинилхлорида, полиамидов, полиуретанов и других полимеров, причем композиции полиэтиленов доминируют на российском рынке.

Объемы производства полиэтиленовых труб растут. Постоянно увеличивается применение труб в наиболее ответственных сферах. Динамичную эволюцию претерпевают марки полиэтиленового сырья, размеры, конструкции труб и фитингов, технологии сварочно-монтажных работ. В этих условиях растет актуальность прогнозов надежности полиэтиленовых трубопроводов на стадиях проектирования трубопроводов, строительства и эксплуатации с целью планирования предупредительного ремонта.

Надежность трубопровода, как конструкции, лимитируется надежностью самого слабого элемента. На эту роль часто претендуют соединения труб. Основным способом неразъемного соединения полиолефиновых труб является сварка. Таким образом, прогноз надежности трубопроводов может быть выполнен на основании анализа факторов, влияющих на долговечность сварных соединений. Эти факторы весьма многочисленны, разнообразны [1] и, в общем случае, не поддаются строгой количественной оценке. Тем не менее, даже качественные прогнозы исключительно важны для практики строительства и эксплуатации трубопроводов.

Учитывая конструкции трубопровода, следует разделять подземные и надземные системы. Основным неблагоприятным эксплуатационным фактором для их сварных соединений являются напряжения, обусловленные нескомпенсированными температурными деформациями. Критическая опасность таких напряжений обусловлена огромными коэффициентами температурных деформаций полимеров. В подземных трубопроводах температурные напря-

жения следует устранять на стадии монтажа путем укладки змейкой. В надземных трубопроводных системах температурные напряжения особенно опасны при больших перепадах температуры транспортируемой среды и недостатке специальных компенсаторов и компенсирующих элементов трубопроводов, таких, как отводы. Наличие источников напряжений и адекватных мер по их компенсации может быть выявлено экспертом и лечь в основу прогноза надежности.

Сварные соединения различаются по конструкции и методам нагрева свариваемых поверхностей. Среди сварных соединений выделяют раструбную, стыковую и седельную конструкцию. Из них наиболее устойчива к дефектам раструбная сварка, но только при соединении труб малых диаметров. Технология раструбной сварки полимерных изделий больших и супер больших диаметров (до 5000мм) включает ряд сложных и специальных технологических приемов сборки а также операционного контроля основных параметров технологического процесса сварки, которые влияют на надежность соединений и, следовательно, подлежат экспертному анализу.

Технология сварки регламентируется документами различного уровня (от международных и национальных стандартов до локальных проектов производства работ и разовых спецификаций) и является естественным объектом экспертизы.

Стыковая сварка достаточно сложна и требует наиболее высокой квалификации сварщиков. Поэтому информация о теоретической подготовке и практических навыках сварщиков встык особенно важна для экспертов.

Прочность стыковых соединений уменьшается по мере увеличения угла косых стыков, при этом основным разрушающим фактором становится внутреннее гидростатическое давление. Следовательно, конструкция узлов должна приниматься во внимание. Для сохранения нормативного срока службы следует применять технически обоснованную редукцию давления для сварных фитингов, в частности для неравнопроходных и равнопроходных тройников а также отводов.

Для седловых соединений, наряду с технологическими факторами, наиболее важна площадь контакта седла с основной трубой, а наиболее опасны срезающие нагрузки.

Среди методов разогрева свариваемых поверхностей труб на практике наиболее распространены контактный (нагретым инструментом) и электродиффузионный. Если использованы эти методы нагрева, то материал заготовок подвергается минимальной термоокислительной деструкции.

Экструзионный, и, особенно, газовый методы сварки допускают контакт разогретых поверхностей с кислородом воздуха и, потому, не исключают деградации присадочного материала, поэтому прогнозы надежности соединений, полученных этими методами, менее оптимистичны. Впрочем, прогресс сварочных экструдеров позволяет постоянно повышать базовые оценки коэффициентов сварки и надежности экструзионных соединений.

Большая часть сварочных работ при строительстве трубопроводов выполняется в неблагоприятных полевых условиях, испытывая влияние нестабильных погодноклиматических факторов, что необходимо принимать во внимание.

Основное требование, предъявляемое к сварочному оборудованию, его способность обеспечивать требования технологии сварки. Конструкция сварочной техники должна соответствовать размерам свариваемых трубных заготовок и условиям сварки. Адекватность применяемой техники также является предметом экспертизы надежности соединений. Наиболее авторитетными документами, на который может опираться эксперт при оценке сварочной техники являются международные стандарты [2,3].

Проверка соответствия свойств материала труб и фитингов нормам полезна для составления прогнозов надежности, но этой формальной процедурой не ограничиваются возможности экспертов. Более точные оценки могут быть составлены на основании наукоемких процедур определения характеристик длительной прочности и исследований макромолекулярной структуры материала свариваемых деталей [4].

При составлении прогноза наиболее важна проверка функционирования системы контроля качества технологического процесса сварки на предприятии, выполняющем сварочные работы. В результате проверки можно оценить общий технический уровень сварочных работ и, в частности, получить информацию о квалификации сварщиков. Другой источник информации – непосредственное тестирование теоретических знаний и практических навыков сварщиков и ИТР.

Накопленный к настоящему времени опыт эксплуатации полиэтиленовых трубопроводов подтверждает возможность их безаварийной эксплуатации в течение многих десятилетий.

Однако базовые прогнозы справедливы при отсутствии негативных признаков, ухудшающих прогнозы надежности сварных соединений.

По наблюдениям специалистов при выявлении 1-2 негативных признаков получения сварных соединений трубопровод не может считаться надежным и должен эксплуатироваться под усиленным контролем. Три и более признака факторов, неблагоприятных для сварных соединений, характерны для трубопроводных систем, аварии которых вероятны уже в первый год работы, чаще в зимний период, когда наблюдаются наиболее значительные напряжения, обусловленные температурными деформациями.

#### Литература.

1. Марков А.В. Метод прогнозирования качества сварки термопластов. Пластиче-ские массы. №5. 2006 с.44-46.
2. ISO 12176-1:2006 «Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polye-ethylene systems – Part 1: Butt fusion».
3. ISO 12176–2:2008 Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polye-ethylene systems – Part 2: Electrofusion.
4. Кимельблат В.И., Волков. И.В., Глухов В.В. Оптимизация технологии контакт-ной сварки встык. Учет свойств полимеров. Полимерные трубы.- 2(28) май.-2010.-с.32-36.