

**УДК620.22:621.311 А-94.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ СВАРОЧНОЙ ДУГИ НА СТЕНКУ ТРУБОПРОВОДА ПРИ РЕМОНТЕ ДЕФЕКТА ТИПА «ПОТЕРЯ МЕТАЛЛА»**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10252867>

**Ашуров Муродулло Холбоевич**

**Аннотация:** *В статье рассматриваются вопросы моделирования теплового воздействия от сварочной дуги на стенку трубопровода при ремонте дефекта типа “потеря металла”.*

**Ключевые слова:** *Тепловое воздействие, сварочный дуг, трубопровод, ремонт, дефект, моделирование, регрессия, оптимизация.*

Ремонт коррозионных повреждений стенки нефтепровода ручной дуговой наплавкой трудоемок и низкопроизводителен. Замена ручной дуговой наплавки на механизированную порошковыми проволоками позволяет существенно снизить затраты времени на проведение ремонтных работ. Однако в настоящее время отсутствуют данные по оценке теплового воздействия на металл стенки ремонтируемого нефтепровода при наплавке порошковыми проволоками.

**Материалы и методы:** наплавка порошковыми проволоками.

**Ключевые слова:** дефекты стенки трубопровода, порошковая проволока.

В настоящее время наиболее прогрессивным методом восстановления несущей способности стенки трубопровода является заварка с применением электродуговой наплавки. Установлено, что от величины теплового воздействия при наплавке, поверхностных дефектов типа «потеря металла» зависит прочность и несущая способность металла ремонтируемого участка.

Количество тепла, выделяемое при наплавке, характеризуется эффективной тепловой мощностью. Также одной из главных характеристик теплового процесса при наплавке является погонная энергия, показывающая величину тепловой мощности, отнесенной к скорости наплавки.

В настоящее время для заварки дефектов, типа «потеря металла» нормативными документами регламентирована ручная дуговая наплавка. Однако применение РД приводит к существенным тепловложениям металла ремонтируемого трубопровода за счет увеличения погонной энергии, приводящей к разупрочнению стенки на этом участке, о чем свидетельствуют данные.

Логично предположить, что снижения погонной энергии при наплавке приводит к уменьшению размеров зоны термического влияния.

Проведенный анализ показал, что уменьшения погонной энергии можно добиться путем применения наплавки порошковыми садозащитными проволоками,

порошковый сердечник которой оказывает «захлаживающий» эффект на металл сварочной ванны. Эффект «захлаживающего» воздействия на сварочную ванну объясняется тем, что при плавлении порошковых проволок часть тепловой мощности отводится на расплавление порошкового сердечника, что снижает температурное воздействие на основной металл трубопровода.

Поэтому было выдвинуто предположение, что внедрение МПС наплавки при заварке дефектов типа «потеря металла» позволит повысить давление при ремонте нефтепровода без остановки перекачки. Однако эта гипотеза требует более детальной проработки и дополнительных исследований. Итоги, проведенные исследования показали, что замена ручной дуговой наплавки на механизированными порошковыми проволоками при ремонте стенки нефтепровода позволяет существенно снизить тепловое воздействие на металл ремонтируемого участка.

Нам известно, что моделирование – это опосредованное познание объективной реальности, которая проявляется в виде взаимосвязанной совокупности свойств объекта исследования, отражающей различные аспекты его взаимодействия с внешней средой, существования и развития.

В задачи моделирования входит множество проблем, связанных как с вопросами, так и с интерпретацией экспериментальных данных: установление условий подобия, условий распространения результатов единичного расчета - аналитического или физико-технического эксперимента, выполненного при данных параметрах, на результаты других экспериментов, установление условий, при которых возможны обобщения экспериментальных и расчетных данных, определение технико-экономических и экологических характеристик исследуемых средств.

Понятие моделирования функционально с понятием информации, характеризующей воздействия, а также происходящие в результате этих воздействий изменения состояния системы, определяемые во времени и пространстве.

В процессе моделирования иногда более сложно выбрать факторы, влияющие на изменение параметра оптимизации. При проведении экспериментов необходимо включать в план исследования все факторы, которые могут влиять на параметр оптимизации. Важное требование, предъявляемое к факторам - это невозможность их взаимозаменяемости.

Требуем, чтобы факторы имели количественную оценку, хотя проведение экспериментов возможно, когда некоторые факторы представлены качественно. После выбора факторов для каждого из них необходимо установить основной уровень и интервалы варьирования.

Развитие любой науки, тем более технических наук, всегда начинается с того или иного экспериментального исследования, на основе обобщения которых развивается теория.

При моделирование тепловое воздействие от сварочной дуги на стенку трубопровода при ремонта дефекта необходимо определить совокупность влияющих факторов  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Далее, на основе эксперимента можно построить математическая модель (эмпирическая функция) характеризуемая регрессионным уравнением  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) совокупность факторов,  $y$  – результативный - фактор (например, тепловое воздействие на металл или затраты времени на проведении ремонтных работ ТП) значения  $y_n$  и  $x_1(i=1, 2, \dots, n)$  измеряют в процессе эксперимента и при анализе они уже известны. Однако их функции связи ( $f$ ) до опыта не известны и должны быть найдены по опытным данным, например методом наименьших квадратов. Обычно зависимость  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  определяется на основе следующего критерия:

$$F = \sum_{j=1}^m [y_j - f(x_1(j), x_2(j), \dots, x_n(j))]^2 \rightarrow \min$$

здесь  $y_n$   $x_i$  -табличные значения

$$y_n \ x_i \ (i=1, 2, \dots, n)$$

После расчетов проверяют адекватность (соответствие) уравнения  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  опытным данным.

Адекватность проверяют обычно по критерию Фишера

$$F_\phi = \frac{(m-1) \sum_{j=1}^m (y_j - y_j^*)^2}{(m-k) \sum_{j=1}^m (y_j - \bar{y})^2}$$

Где  $m$  - количество экспериментов ( $m > k$ ),  $k$  - количество коэффициентов в уравнении регрессии,  $y_j$  - текущее значение величины  $y$ ,  $y_j^*$  - расчетное значение величины  $y$ , вычисленное по уравнению регрессии при подстановке в него опытных значений  $x_j$ , т.е.  $y_j^* = f(x_1(j), x_2(j), \dots, x_n(j))$ ,  $\bar{y}$  -среднеарифметическое значение  $y$ .

Адекватность линейной модели может быть принята, если расчетное значение критерия Фишера  $F_\phi$  больше его табличного значения  $F_{таб}$  для выбранного значимости  $\alpha$  (обычно  $\alpha$  выбирают равным 0,05)

На основе полученное уравнение  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  может анализировать влияние аргументов на результативный фактор (например, на тепловое воздействие на металл и ТП) и можем оптимизировать процесс.

Установлено, что при наплавке порошковыми проволоками наблюдается:

- «захолаживающий» эффект, приводящий к уменьшению погонной энергии;
- снижение интенсивности тепловложений в металл ремонтируемого участка.

1. Выдвинута гипотеза о возможности повышения давления нефти при ремонте нефтепровода наплавкой порошковыми проволоками.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Рыбин В.А., Иванов В.А Проблемы повышения энерго и ресурсо эффективности при сооружении и реконструкции магистральных трубопроводов, Экспозиция Нефть Газ.2020. №7(32). С. 60-62.
2. Рыбин В.А., Перспективные технологии восстановления работы способности трубопроводов, Экспозиция Нефть Газ.2019. №6(38).С.102-103.
3. ГумеровА.Г.,Зайнуллин Р.С.Восстановление работоспособности труб нефтепроводов. Уфа.: Банк. кн. Изд-во, 2020. 240 с.
4. ЭргашевА.Х. Моделирование реальных и абстрактных процессов. – Карши.: Насаф, 2002.-109с.