

Исследование влияния структуры стали 20 на формирование приповерхностных слоев после обработки асмом

The study of structure peculiarities in undersurface layers in asmol proceeded steel 20

О. О. Байкеева

УГАТУ, Уфа

Исследовано влияние исходного структурного состояния стали 20 на особенности структуры после обработки асмом. Установлено, что выдержка образцов в асмоле приводит к появлению в приповерхностных слоях участков пониженной травимости. Толщина слоя пониженной травимости слабо зависит от исходного структурного состояния материала. На участках пониженной травимости объемная доля цементита снижена. Химический состав в областях пониженной травимости и в глубинных слоях совпадают. Рентгеноструктурные исследования показали, что в области пониженной травимости увеличен период решетки феррита. Высказано предположение о том, что искажение решетки феррита в приповерхностных слоях вызвано образованием устойчивой нанопленки оксида железа.

The influence of initial structural state of steel 20 on structure peculiarities after asmol processing. It is established that the exposure of samples in asmol leads to the appearance in the surface layers of areas of reduced etching. The thickness of the layer of low etching weakly depends on the initial material structural state. In areas of low etching volume fraction of cementite is reduced. Chemical compositions in areas of low etching and in deep layers coincide. X-ray diffraction studies have shown that in the field of low etching ferrite lattice period increased. Suggested that the lattice distortion of the ferrite in the surface layers caused by the formation of stable nanofilms of iron oxide.

Магистральный трубопроводный транспорт представляет собой уникальный технологический комплекс.

Большинство отечественных эксплуатируемых трубопроводов - металлические, главная причина их разрушений – коррозия.

Химический состав, структурное состояние, присутствие примесей, наличие остаточных напряжений, воздействие окружающей среды влияют на процесс коррозии незащищенной углеродистой стали.

Стойкость материала к различным видам коррозии можно повысить снижением содержания примесей, правильным выбором режимов термообработки, созданием барьеров против диффузии коррозионно-активной среды к металлу с помощью защитного действия нефтеполимера асмом.

Асмом — это асфальтосмолистый олигомер. Асмом получают при обработке нефтяных остатков тяжелых смол.

Многолетние практические испытания изоляционных покрытий на основе нефтеполимера асмом для защиты от коррозии магистральных

газонефтепродуктопроводов показало технологичность компонента. Асмо́л в отличие от широко используемых для аналогичных целей битумов и битумных мастик содержит соединения с высокомолекулярными функциональными группами, обеспечивающие более высокую химическую и поверхностную активность, лучшие физико-химические и физико-механические свойства материала [1]. Может наноситься на плохо или практически не подготовленную поверхность трубы со следами коррозии при температурах до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ без ее подогрева.

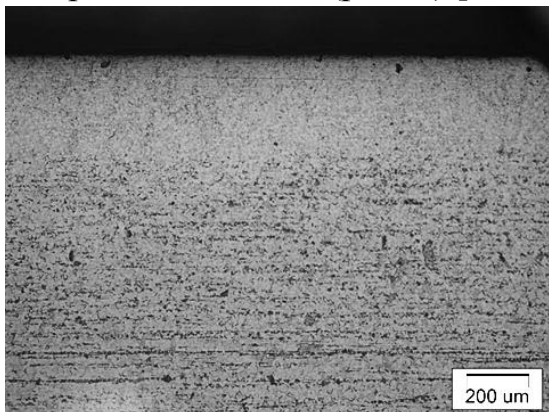
Проводились специальные исследования с целью оценить возможное влияние асмолы на свойства металла труб при длительной эксплуатации трубопроводов. Механизм защитного действия асмолы еще разработан недостаточно. Поставить точку на этом вопросе нельзя.

Как показали исследования, механизм защитного действия асмолы складывается из двух факторов: 1) создание на поверхности металла барьера для агрессивной среды (обычного, как и все другие изоляционные покрытия); 2) образование адгезионной связи покрытия с металлом трубы за счет химического взаимодействия входящих в состав асмолы функциональных групп — радикалов (другие изоляционные материалы этим свойством не обладают), что приводит к образованию дополнительного защитного слоя толщиной 30...50 микрон (подобно алюминию, который защищает себя прочной оксидной пленкой). Со временем толщина и плотность этого слоя повышаются. [2].

Металл при этом не подвергается дальнейшему окислению [3].

При нанесении асмолы на металлическую поверхность его функциональные группы участвуют в процессе взаимодействия молекул с кристаллической решеткой металла, образуя надежный и прочный комплекс: железо — нефтеполимер [3].

Помимо этого, кислородсодержащие группы асмолы вступают в химическое взаимодействие и с уже имеющимися на поверхности продуктами коррозии с образованием комплекса, также ориентированного на поверхности металла. В результате этих реакций на поверхности металла происходит не накопление продуктов коррозии, как в случае обычных защитных покрытий, а их растворение с образованием комплексов в поверхностном слое (рис. 2) [4].



Кроме того, накопленные сведения позволяют утверждать, что изоляционное покрытие на основе асмолы способно затормозить коррозию подземных трубопроводов не только по механизмам потери металла (общую и язвенную коррозию), но и по механизму стресс- коррозии.

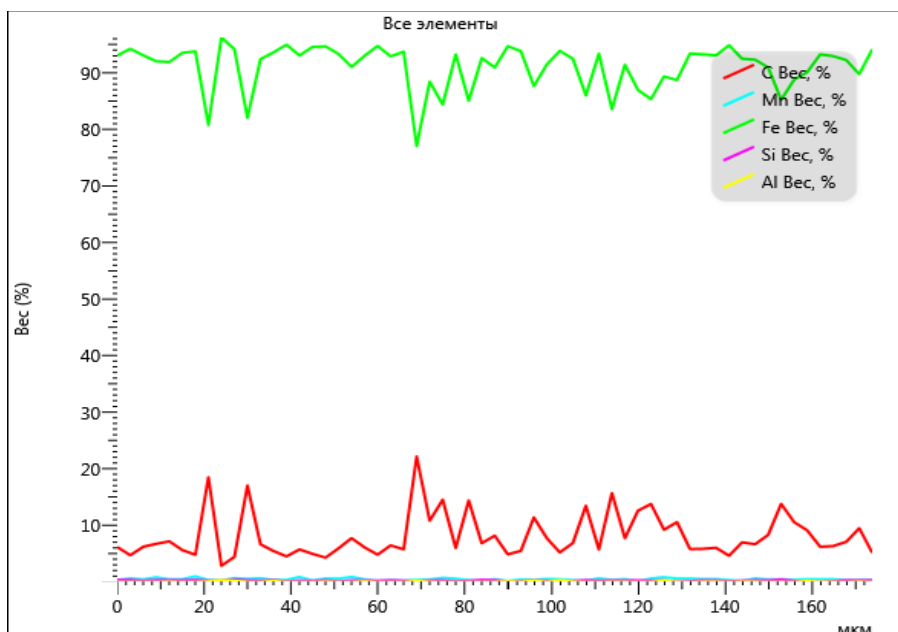
Рисунок 1 - Особенности травления стали 20 после обработки асмолом

Асмо́л вступае́т во взаимодействие с атомами железа, с образованием устойчивых соединений. В этой связи есть смысл посмотреть, что будет происходить на границе взаимодействия металла с асолом и изучить особенности структуры приповерхностных слоев.

При монтаже трубопровода используется сварка, что является термическим воздействием на металл. Термическое воздействие влияет на структурное состояние в зоне сварки, поэтому важно посмотреть, как влияет асмо́л на металл в различных зонах и изучить особенности влияния структуры стали на формирование приповерхностных слоев после обработки асолом.

Проводимые нами исследования после проведения термической обработки стали и при кратковременной (от нескольких дней до 6 месяцев) выдержке ее в асолом показали, что после обработки асолом в приповерхностных слоях появляется зона пониженной травимости (рис. 1). Важно отметить, что углерод оказался растворен в феррите, о чем свидетельствует снижение объемно доли цементита. Аналогичны результаты получены и в работе [3]. Однако, не было обнаружено изменения химического состава от поверхности во внутреннюю часть материала (рис.2). Исследование толщины покрытия образцов асолом не выявили явных границ раздела, то есть толщина покрытия очень тонкая, либо ее вообще нет.

Это не совпадает с результатами исследований [3], где образцы изучались после пяти лет выдержки стали в асолом, согласно которым в приповерхностных слоях повышается количество углерода, алюминия, кремния.



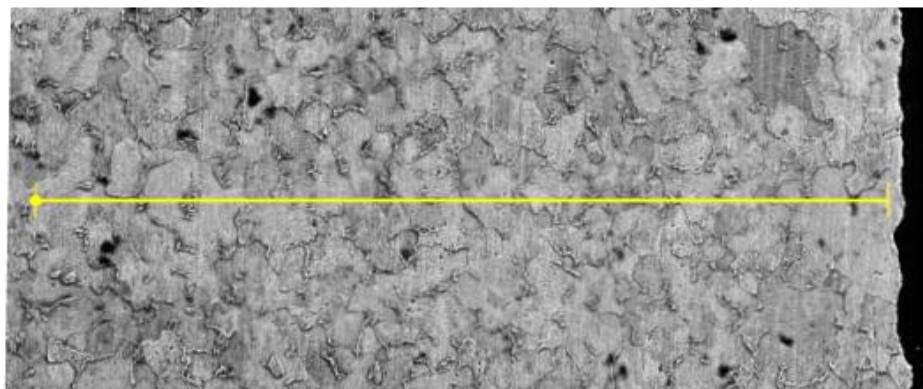


Рисунок 2 - Распределение элементов по сечению образцов

Установлено, что параметр решетки образца в при поверхностном слое соответствует 2,8678Å, а в глубине образца 2,8663. Последнее значение совпадает с параметром решетки взятым из справочных данных 2,8662[5].

Полученные данные позволяют предложить следующую модель действия асмола как протектора коррозии. Сильно полярные молекулы асмола взаимодействуют с оксидами железа Fe_3O_4 или $FeOFe_2O_3$. Более активные ионы трехвалентного железа растворяются в асмоле и на поверхности появляется тонкая пленка FeO . У оксида железа и железа разные параметры решетки, поскольку в железе металлическая связь, а у оксида железа связь близка к ионной. Для уменьшения энергии поверхности раздела необходима ее когерентность. Поэтому более плотная решетка железа растягивается, а решетка оксида сжимается. Поскольку решетка железа растягивается, растворимость углерода в железе возрастает. Вместе с тем поскольку решетка железа искажена, энергия атомов железа увеличивается а, следовательно, уменьшается разница в энергиях атомов внутри зерен и на границах зерен. Поскольку разница в химических потенциалах снижается – коррозионная стойкость материала возрастает. Такой подход позволяет объяснить не только высокую эффективность асмола как протектора коррозии сталей, но и повышение коррозионной стойкости латуней по сравнению с медью, высокую коррозионную стойкость аустенитных сталей и металлических стекол.

Библиографический список:

1. Борисов Б.И. Защитная способность изоляционных покрытий подземных трубопроводов. -М.: Недра, 1987. -201 с.
2. Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Гумеров К.М., Субаев И.У. Асмол и новые изоляционные материалы для подземных трубопроводов. М.: Недра, 2005. 155 с
3. Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Филимонов В.А, Сергеев В. И. Опыт применения изоляционных покрытий на основе нефтеполимераасмол для ремонта магистральных трубопроводов // Нефтегазовое дело. 2010
4. Черкасов Н.М., Гладких И.Ф., Загретдинова Н.М., Гумеров К.М. Инновационный подход к повышению надежности изоляционного покрытия трубопроводов//Коррозия «Территории Нефтегаз».2007.№3.С.24-29
5. Горелик С.С, Скаков Ю.А, Расторгуев Л.Н. «Рентгенографический и электронно-оптический анализ»М.МИСИС, 1994. —328 с.

Reference

1. Borisov B.I Isolation protectively for underground pipelines. – М.: Nedra, 1987. – 201 p.
2. Cherkasov N.M., Gladkhih I.F., Gumerov K.M., Subaev I.U. Asmol and new protectors for underground pipelines. М.,Nedra,2005. 155 p.
3. Cherkasov N.M., Gladkhih I.F.,Filimonov V.A., Sergeev V.I. Experience in the application of insulation coatings on the basis of naftapolymerAsmol for repair of main pipelines // Oil and gas business. 2010
4. Cherkasov N.M., Gladkhih I.F.,Zagretdinova N.M., Gumerov K.M. An innovative approach to improving the reliability of the insulating coatings of pipelines//Corrosion "Territory Neftegaz".2007.No. 3.p. 24-29
5. Gorelik S.S., Skakov Yu. A., Pastorguev L.N. . "X-ray and electron-optical analysis" M. MISIS, 1994. -328 p.