ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/65

**ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ ВАНАДИЕМ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И
МИКРОТВЕРДОСТЬ СТАЛИ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ АТОМОВ
ВНЕДРЕНИЯ ПОСЛЕ КРУЧЕНИЯ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ**

Майер Г.Г., Москвина В.А., Астафурова Е.Г.

ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Россия

galinazg@yandex.ru

В работе проводили исследования фазового состава и микротвердости аустенитных хромомарганцевых сталей с высокой концентрацией атомов внедрения Fe-23Cr-19Mn-0,2C-0,5N (мас.%) (без ванадия) и Fe-18Cr-23Mn-2,6V-0,3C-0,8N (мас.%) (с ванадием) после кручения под высоким давлением (КВД) на разные степени деформации. Исходное состояние стали получали закалкой в воду после выдержки при $T=1200^{\circ}\text{C}$ в течение 1 часа. В закаленном состоянии стали имели структуру преимущественно аустенита. Сталь, легированная ванадием, также содержала карбонитриды хрома и ванадия и небольшую долю α' -фазы ($\approx 4\%$). Параметр решетки исходной аустенитной фазы для обеих сталей составлял 0,3630 нм, что свидетельствовало о высокой концентрации атомов внедрения в твердом растворе. КВД стальных дисков осуществляли при комнатной температуре, при давлении 6 ГПа на $N=0$ (осадка), $N=1/4$, $N=1/2$ и $N=1$ оборот.

КВД обеих сталей вызывает уменьшение интенсивности, уширение и смещение рентгеновских линий относительно исходных положений до деформации. Характер рентгенограмм указывает на формирование разориентированной поликристаллической структуры в процессе деформирования. После КВД изменение фазового состава сталей не происходит, на рентгенограммах наблюдали отражения, соответствующие аустениту (обе стали), карбонитридам $(\text{Cr}, \text{V})(\text{C}, \text{N})$ и α' -фазе (для стали с ванадием). Независимо от состава стали увеличение степени деформации при КВД сопровождалось увеличением значений микродеформации кристаллической решетки до $\Delta d/d=5,0 \times 10^{-3}$ ($N=1$) в сравнении с закаленным состоянием $\Delta d/d=4,0 \times 10^{-4}$. При увеличении степени деформации параметр решетки стали изменяется слабо относительно исходных значений, что свидетельствует о том, что концентрация атомов внедрения в твердом растворе остается постоянной в процессе деформации методом КВД.

После деформации на один полный оборот для обеих сталей отмечали смещение $(111)_{\gamma}$ рентгеновских линий в область больших углов, а линий $(200)_{\gamma}$, напротив, в область меньших углов. Это указывает на рост внутренних напряжений и увеличение концентрации дефектов упаковки в структуре стали при пластической деформации. Оценка изменения величины концентрации дефектов упаковки со степенью деформации показала, что она возрастает от 4,0% ($N=1/4$) до 11,0% ($N=1$) в стали без ванадия и от 1,5% ($N=1/4$) до 7,0% ($N=1$) в стали с ванадием. Различия в величинах концентрации дефекта упаковки указывает на то, что легирование ванадием снижает склонность стали к образованию дефектов упаковки и реализации механического двойникования.

Деформация обеих сталей приводит к повышению значений микротвердости образцов по сравнению с исходными состояниями. Увеличение микротвердости со степенью деформации происходит немонотонно – на начальных этапах деформирования она изменяется быстрее, а затем выходит на насыщение. Значения микротвердости стали, легированной ванадием, выше как в исходном, так и в состояниях после КВД в сравнении со значениями стали без ванадия. Наибольшие значения микротвердости достигаются после $N=1/4$ (6,5 ГПа) для стали с ванадием и после $N=1/2$ (6,0 ГПа) для стали без ванадия. Различный уровень микротвердости сталей обусловлен различным вкладом от твердорастворного упрочнения, субструктурного упрочнения и дисперсионного твердения.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента РФ (МК-2086.2019.8) на 2019-2020 гг.