

УДК 669.:382

А. Я. БАБАНИН

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В КОНСТРУКЦИОННОЙ ТРУБНОЙ СТАЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАЛЬЦИЯ НА АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ

Проведены исследования по влиянию кальция на трансформацию неметаллических включений в конструкционной трубной стали категории прочности Х70. Установлено, что внепечная обработка стали порошковой проволокой с силикокальцием на агрегате ковш-печь приводит к глобуляризации хрупких силикатов, переводя их в силикаты глобулярные недеформированные. Максимальный балл тонкой серии силикатов глобулярных значительно меньше, чем силикатов хрупких, и составляет, соответственно 0,5 и 1,2 балла. При приросте содержания кальция по вводу с 0,0005 до 0,0060 % средний балл тонкой серии хрупких силикатов снижается на 0,16 балла (с 1,08 до 0,90 ед, на 15 %), а недеформированных (глобулярных) находится на одном уровне порядка 0,9 балла.

неметаллические включения, силикаты хрупкие, силикаты крупные (глобулярные) недеформированные, порошковая проволока, силикокальций, агрегат ковш-печь

К факторам, существенно влияющим на изменение напряженно-деформированного состояния магистральных газопроводов, следует отнести грунтовый массив и температурное воздействие, взаимное влияние которых вызывает температурное напряжение в стенах трубопровода в результате его заземления на границе мерзлый-талый грунт и под действием сил, действующих на конструкцию в результате морозного пучения грунта [1]. Это приводит не только к интенсификации процесса образования микротрещин и коррозии металла, но и к разрушению свайных опор, что увеличивает длину пролетов и в результате их провисания и ветрового резонанса, способствует ускорению процессов разрушения металла. Для устранения данных дефектов компанией «Укртрансгаз» в 2012 г. выполнен капитальный ремонт (замена трубы) 153,9 км линейной части магистральных газопроводов, а также для исправления дефектов, выявленных в результате внутренней трубной дефектоскопии, установлено 189 муфт [2].

Кроме того, тенденция к увеличению производительности газотранспортных систем приводит к постоянному росту номинального рабочего давления в магистрали (с 5,4–7,4 до 9,8–14,0 МПа) [3]. Поэтому возникает актуальная задача, заключающаяся в обеспечении газотранспортной промышленности трубами большого диаметра более высокого качества [4]. Решение данной задачи, в значительной степени определяется чистотой металла по неметаллическим включениям (НВ) [5, 6].

По существующей технологии сталь категории прочности Х70 в обязательном порядке проходит внепечную обработку кальцием на агрегате ковш-печь, где кальций оказывает окончательное активное воздействие на неметаллические включения [7, 8]. Результаты анализа НВ, выполненного по стандарту ASTM E 45-97, свидетельствуют о том, что в стали в основном присутствуют включения в виде хрупких (категория В) и крупных (глобулярных) недеформированных (категория Д) силикатов, которые классифицируются на тонкую и толстую серии с диаметром частиц, соответственно 2–9 и 9–15 мкм.

Установлено, что количество НВ толстой и тонкой серии взаимосвязаны (рис. 1 а и б).

Средний балл НВ тонкой серии начинает значительно повышаться при достижении среднего балла толстой серии порядка 0,8–0,9 ед., и его увеличение как для хрупких, так и для глобулярных силикатов составляет 0,5 балла прироста на каждые 0,5 балла повышения НВ толстой серии. Однако

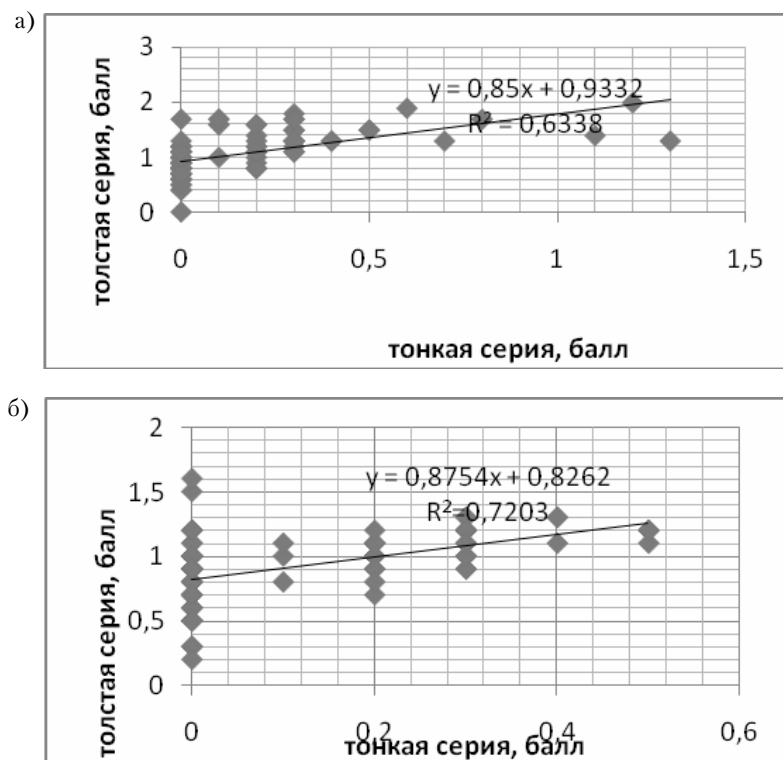


Рисунок 1 – Зависимость среднего балла толстой серии от среднего балла тонкой серии неметаллических включений в виде: а) хрупких силикатов, б) недеформированных силикатов.

максимальный балл тонкой серии силикатов глобулярных значительно меньше, чем силикатов хрупких, которые составляют, соответственно 0,5 и 1, 2 балла.

На рис. 2 представлены зависимости влияния кальция на трансформацию неметаллических включений тонкой серии в стали в процессе ее обработки на АКП.

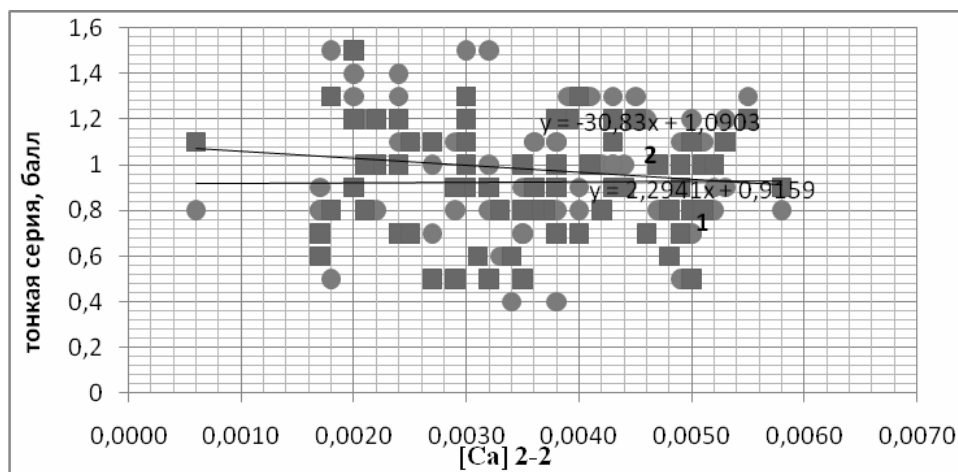


Рисунок 2 – Влияние кальция в металле по вводу на АКП на трансформацию НВ тонкой серии хрупких и недеформированных силикатов. Обозначения: 1 – ■ силикаты недеформированные, глобулярные; 2 – ● силикаты хрупкие.

Данная зависимость свидетельствует, что при обработке стали кальцием при увеличении его содержания по вводу с 0,0005 до 0,0060 % средний балл тонкой серии хрупких силикатов снижается на 0,16 ед. (с 1,08 до 0,90 ед., что составляет порядка 15 %), а недеформированных (глобулярных) находятся на одном уровне порядка 0,9 балла.

ВЫВОДЫ

Установлено, что количество НВ толстой и тонкой серии взаимосвязаны. Средний балл НВ тонкой серии начинает значительно повышаться при достижении среднего балла толстой серии порядка 0,8–0,9 ед., и его увеличение как для хрупких, так и для глобулярных силикатов, составляет 0,5 балла прироста на каждые 0,5 балла повышения НВ толстой серии. Однако, максимальные баллы тонкой серии силикатов глобулярных значительно меньше, чем силикатов хрупких, и составляют соответственно 0,5 и 1,2 балла. При обработке стали кальцием при увеличении его содержания по вводу с 0,0005 до 0,0060 % средний балл тонкой серии хрупких силикатов снижается на 0,16 ед. (с 1,08 до 0,90 ед., что составляет порядка 15 %), а недеформированных (глобулярных) находятся на одном уровне порядка 0,9 балла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лапин, В. В. Современные технологии расчета магистральных трубопроводов [Текст] / В. В. Лапин, А. В. Яваров // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 3. – С. 43–47.
2. Вінокур, С. О. Поставлену мету досягнуто – компанія працює прозоріше та ефективніше [Текст] / С. О. Вінокур // Трубопровідний транспорт. – 2013. – № 2. – С. 12–13.
3. Исследование эксплуатационных характеристик газопроводных труб на рабочее давление до 11,8 МПа [Текст] / В. И. Столяров, И. Ю. Пышминцев, И. О. Струин и др. // Сталь. – 2010. – № 1. – С. 73–76.
4. Повышение качества конструкционных сталей категории прочности X70 путем оптимизации технологических процессов ковшовой обработки высокоактивными элементами [Текст] / А. Я. Бабанин, Д. А. Дюдкин, В. В. Кислица и др. // Сб. научн. тр. / под ред. проф., д. т. н. Дюдкин Д. А., проф., д. т. н. Смирнов А. Н. – Донецк : ДонНТУ, 2011. – С. 131–136. – ISBN 978-966-8388-57-1.
5. Минин, А. С. Трубы прочности X80 [Текст] / А. С. Минин, С. Г. Чернышов // Нефтегазопромышленность. – 2011. – № 6. – С. 47–50.
6. Современное направление развития ковшовой металлургии и проблемы неметаллических включений в стали [Текст] / Е. Х. Шахпазов, А. И. Зайцев, А. А. Немтинов и др. // Металлы. – 2007. – № 1. – С. 3–13.
7. Контроль неметаллических включений – ключевая проблема современной металлургии и материаловедение стали и сплавов железа [Текст] / А. И. Зайцев, И. Г. Родионова, А. А. Немтинов и др. // Проблемы черной металлургии и материаловедение. – 2007. – № 1. – С. 11–23.
8. Хулка, К. Перспективные трубные стали для газопроводов [Текст] / К. Хулко, С. Александров // Металлург. – 2006. – № 3. – С. 52–55.

Получено 19.12.2013

А. Я. БАБАНИН

ТРАНСФОРМАЦІЯ НЕМЕТАЛІЧНИХ ВКЛЮЧЕНЬ У КОНСТРУКЦІЙНІЙ
ТРУБНІЙ СТАЛІ ПІД ВПЛИВОМ КАЛЬЦІЮ НА АГРЕГАТІ КІВШ-ПІЧ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Проведено дослідження щодо впливу кальцію на трансформацію неметалічних включень у конструкційній трубній сталі категорії міцності X70. Встановлено, що позапічна обробка сталі порошковим дробом з силікокальцієм на агрегаті ківш-піч призводить до глобуляризації крихких силикатів, переводячи їх у силикати глобулярні недеформовані. Максимальний бал тонкої серії силикатів глобулярних значно менше, ніж силикатів крихких, і становить, відповідно 0,5 і 1,2 бала. При прирості вмісту кальцію по введенню з 0,0005 до 0,0060 % середній бал тонкої серії крихких силикатів знижується на 0,16 бала (з 1,08 до 0,90 од, на 15 %), а недеформованих (глобулярних) знаходиться на одному рівні порядку 0,9 бала.

неметалеві включення, силикати крихкі, силикати великі (глобулярні) недеформовані, порошковий дріт, силікокальцій, агрегат ківш-піч

ANATOLY BABANIN

TRANSFORMATION OF NON-METALLIC INCLUSIONS IN STEEL
STRUCTURAL PIPE UNDER THE INFLUENCE OF CALCIUM ON THE LADLE
FURNACE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Researches on the effect of calcium on the transformation of non-metallic inclusions in steel structural tube categories X70 have been carried out. It has been found out that secondary steel treatment cored with

silicocalcium on ladle furnace leads to brittle globularization silicates, translating them into globular silicates undeformed. Maximum score globular fine series silicate is significantly less brittle than silicates and are respectively 0,5 and 1,2 points. With growth of calcium entry from 0,0005 to 0,0060 % average score a fine series of brittle silicates decreased by 0,16 points (с1, 08 to 0,90 units, 15 %), and non-deformed (globular) are on one level of order 0,9 points.

nonmetallic inclusions, silicates are fragile, large silicates (globular) undeformed, cored wire, calcium silicon, ladle furnace

Бабанін Анатолій Якович – кандидат технічних наук, доцент кафедри підйомно-транспортних, дорожних, будівельних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: конструкційні трубні сталі для виробництва труб великого діаметру магістральних газо-нафтопроводів.

Бабанин Анатолий Яковлевич – кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных, дорожных, строительных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: конструкционные трубные стали для производства труб большого диаметра магистральных газо-нефте-проводов.

Babanin Anatoly – PhD (Eng.), Associate Professor, Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: structural steel pipe for large diameter pipes of main gas oil pipelines.