

Рис. 3. Поэтапна схема образования винтовой дислокации

На рис. 4 последовательно показано как по границе двух кластеров образуется краевая дислокацию за счет весьма сильных тепловых колебаний атомов вблизи точки кристаллизации жидкости.

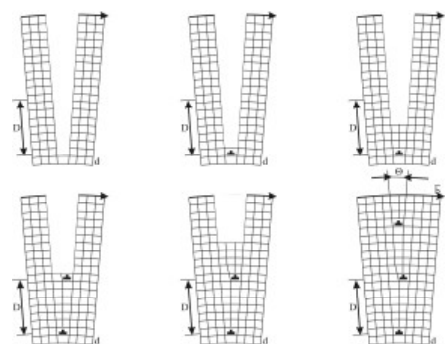


Рис. 4. Поэтапна схема образования краевой дислокации

Выводы

1. Предложен механизм формирования зародышей кристаллизации при соприкосновении двух кластеров, в которых атомы колеблются согласовано с одинаковой частотой и небольшой разностью фаз.
2. Показано, что при формировании таких зародышей на границе кручения по плоскости соприкосновения двух кластеров может образоваться винтовая дислокация, а по границе наклона краевые дислокации.
3. Поскольку при таком механизме образования зародышей кристаллизации не требуется очень больших переохлаждений, вытекающих из классической теории гомогенной кристаллизации, то предложенным механизмом образования дислокаций может возникнуть трехмерная сетка дислокаций, определяющая мозаичности кристаллов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Барретт Ч.С. Структура металлов, Изд. первое. Пер. под ред. Я.С. Уманского., Изд-во лит-ры по ч. и цв. металлургии, М., 1948. – 677с.
2. Воробьев Г.М. Анализ изменений интенсивности и ширины рентгеновских интерференционных линий сплавов Fe-Co при деформации // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 1959. – №9. – с. 101-110.
3. Гогоберидзе Д.Б. Некоторые объёмные дефекты кристаллических металлов и результаты их изучения, Ленинград, ЛНГУ, 1952. – 196 с.
4. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов и сплавов: Учебник для вузов. – М.: Атомиздат, 1978. – 325 с.
5. Гаврилин В.И. Плавление и кристаллизация металлов и сплавов/ Владим. гос.ун-т. Владимир, 2000. – 260с.
6. Серета Б.П. Теорія будови рідкого, кристалічного та аморфного стану речовини. Учебний посібник з грифом МОНУ/ Запоріжжя: ЗДІА, 2008. – 326 с.
7. Новиков И.И. Дефекты кристаллического строения металлов: Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1983. – 232 с.

УДК 519.21

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА НА СТАДИИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В.И. Большаков д.т.н., проф., Ю.И. Дубров д.т.н., проф., Е.Ю. Жевтило студ. Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, г. Днепропетровск

Согласно известному постулату теории катастроф, для сложных систем, относительно малые изменения одного из определяющих параметров могут привести систему к «катастрофе» [1]. К сложным системам следует, прежде всего, отнести системы с относительно большим числом переменных, сильно взаимосвязанных между собой, часть из которых может изменяться случайным или непредсказуемым образом. До настоящего времени, предсказания подобных явлений базировались в основном на специально поставленных экспериментах, что приводило к относительно большим временным и материальным затратам. Во избежание этого, нами предлагается применение эмпирического прогнозирования, базирующегося на информации, являющейся откликами экспертов¹, на поставленные по специально сформированному плану вопросы. В качестве плана, по которому формируются вопросы к экспертам, предлагается рассматривать строки матрицы планирования [2], каждая из которых, представляет исходные данные для проведения экспертом мысленного опыта² с предсказанием им результатов этого опыта, например, в виде численного значения какого-либо механического свойства присущего исследуемому металлу. Такой подход позволяет получать гипотетические

¹ Специалистов в заданной предметной области.

² Например, в каждой строке матрицы указывается процентное содержание компонент металла и технологический режим его производства.

уравнения, описывающие, например, зависимость механических свойств стали, от управляемых переменных, с их прогнозированием.

В дальнейшем, применение такого способа эмпирического прогнозирования может являться исходным для решения многокритериальной задачи с качественно неоднородными критериями [3].

Для проверки работоспособности и эффективности предлагаемого способа эмпирического прогнозирования, была выбрана технология производства стали 35ХМ, которая применяется для изготовления валов, шестерней, фланцев, дисков, штоков и других деталей, работающих в условиях больших нагрузок и скоростей при температурах 450-500⁰С. Управляемые переменные, для этой марки стали, приведены в матрице (таблица 1)³, где также приведены для каждой из них: основной уровень (ОУ); интервал варьирования (ИВ); верхний уровень (ВУ) и нижний уровень (НУ).

Поскольку матрица планирования представлена строками, каждая из которых - это конкретный мысленный опыт, эксперту предлагалось проставить в каждой строке этой матрицы вероятные численные значения критериев, из заданного диапазона их возможных значений, где: Y₁ -предел текучести; Y₂-предел прочности; Y₃-относительное удлинение; Y₄-относительное сужение; Y₅-ударная вязкость; Y₆- твердость по Бринеллю. Экспертам предлагалось, оценить влияние каждой управляемой переменной на конкретное механическое свойство стали 35ХМ по шкале от 0 до 1. Самое большое влияние переменной оценивалось как - 1⁴. В таблице 2 представлены усредненные оценки, которые дали три независимых эксперта. При этом результаты экспертизы, которые можно было отнести к сомнительным, из анализа исключались [4]. Достоверность этих результатов определялась программой, в которую был заложен алгоритм нахождения, так называемой \mathcal{E} -полосы. В \mathcal{E} -полосе попадают близкие к равным оценки⁵, которые из анализа исключались (см. например [4]). В помощь экспертам введена подсказка (таблица 2), в которую включены теоретические предпосылки, поясняющие механизм влияния переменных на механические свойства исследуемой стали (см. например [5] [6] [7]). Полученная от экспертов, гипотетическая степень влияния управляемых переменных на механические свойства стали 35ХМ, учитывалась при определении численных значений этих свойств в каждой строке матрицы (таблица 1, столбцы 8,10,12,14,16,18).

Для проверки точности предсказания, из данных, характеризующих работу исследуемого технологического режима за относительно большой промежуток времени, были выбраны такие, которые оказались относительно близкими к нескольким строкам матрицы (строки 2,7,14 таблица 1) результаты которых записаны в столбцах 9,11,13,15,17,19. Приведенные значения механических свойств для изделий из стали 35ХМ получены после термообработки, а конкретно закалки (8500), отпуска (5600) (ГОСТ 8479-70).

³ Исходные данные для данной задачи были получены на Днепропетровском заводе ОАО «ДНЕПРОТЯЖМАШ», где так же проводились пассивные эксперименты.

⁴ В дальнейшем эти оценки нормируются.

⁵ Неслучайно в среде некоторых молодых людей, которые из нескольких альтернатив, не знают какую альтернативу выбрать, существует высказывание «а мне пополам», что означает, что для этих молодых людей существует равенство предпочтений к альтернативам. Такое равенство предпочтений в исследуемой задаче показывает некомпетентность эксперта в данном конкретном вопросе.

Таблица 1

Код	Размерность	Принятые обозначения	С	Su	Mn	Cr	Mo	Ni	HB	G _{0,2}		G _{0,2}		G _{0,2}		δ	ψ	KCU			
										Y ₁ ст	Y ₁ исп	Y ₂ ст	Y ₂ исп	Y ₃ ст	Y ₃ исп				Y ₄ ст	Y ₄ исп	Y ₅ ст
1			0,36	0,27	0,55	0,95	0,2	0,2		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2			0,04	0,1	0,15	0,15	0,05	0,1		244,65	229	617,66	625	736,88	720	15,67	42,89	88,96	34	88,96	19
3			0,40	0,37	0,7	0,8	0,25	0,3		221,03	229	414,84	625	573,13	597	14,61	30,46	86,86		86,86	
4			0,32	0,17	0,4	0,8	0,15	0,1		224,54	229	562,34	625	573,13	597	13,02	40,41	80,43		80,43	
5										210,92	229	459,53	625	591,25	597	11,95	37,97	75,32		75,32	
6										205,56	229	422,66	625	627,50	597	10,05	35,03	70,06		70,06	
7										212,38	229	419,84	625	563,75	597	9,98	34,60	69,20		69,20	
8										230,89	229	497,34	520	645,63	720	15,39	58,54	117,07		117,07	
9										207,47	229	464,53	520	481,88	720	8,33	13,11	26,22		26,22	
10										197,33	229	533,28	520	591,25	720	15,67	42,89	88,96		88,96	
11										194,30	229	430,47	520	591,25	720	14,61	30,46	60,92		60,92	
12										210,81	229	577,97	520	609,38	720	13,02	40,41	81,61		81,61	
13										219,68	229	475,16	520	445,63	720	11,95	27,97	55,94		55,94	
14										233,78	229	585,05	575	655,63	750	15,67	47,46	94,92		94,92	
15										213,16	229	256,72	575	781,88	750	14,61	40,41	80,82		80,82	
16										206,87	229	246,09	575	563,75	750	11,95	27,97	55,94		55,94	

Таблица 2

Влияние управляемой переменной на механические свойства стали 35ХМ	Принятая экспертами степень влияния управляемых переменных на механические					
	НВ	G _{0,2}	G _b	δ	ψ	KCU
Повышение содержания углерода в стали, приводит к повышению ее твердости. Влияние углерода проявляется в изменении механических свойств сталей. Структура стали, после медленного охлаждения состоит из двух фаз - феррита и цементита. Содержание цементита в ней прямо пропорционально содержанию углерода в сплаве. Поскольку феррит пластичен, а цементит тверд и хрупок, прочность и твердость стали, с ростом содержания углерода растут. При содержании углерода выше 1% прочность стали, вновь начинает снижаться, так как выходящей на границах зерен вторичный цементит образует сплошную сетку, которая становится очагом хрупкого разрушения из-за концентрации напряжений на границах зерен.	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5
Увеличение процентного содержания марганца, в стали, повышает ее механические свойства, особенно упругие, а также повышает ее твердость. С другой стороны, содержание марганца в стали, увеличивает ее хрупкость. Все это действительно при содержании марганца не более 1,5%.	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4
Увеличение процентного содержания никеля в стали, увеличивает ее прокаливаемость, жаропрочность и жаростойкость, уменьшает хрупкость, измельчает зерно, способствуя повышению пластичности и вязкости, а также увеличивает ее твердость.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Повышение процентного содержания хрома в стали, повышает ее стойкость к отпуску, прокаливаемость, а также окислительность, способствует увеличению хрупкости при отпуске, что приводит к снижению твердости.	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,3
Молибден - это сильный карбидобразователь, который снижает критическую скорость закалки стали, повышая ее прокаливаемость даже при содержании молибдена 0,5...0,8%. Он измельчает зерно, увеличивает вязкость, стойкость к отпуску, снижает ползучесть и хрупкость при отпуске, что обуславливает увеличение ее твердости	0,15	0,15	0,3	0,3	0,3	0,2
Процентное содержание кремния в стали, способствует ее графитизации, понижает чувствительность к закалке и повышает стойкость к отпуску, износостойкость, упругость, а, следовательно, повышает ее твердость [7].	0,2	0,2	0,15	0,15	0,3	0,4

Относительная сходимость нескольких прогнозируемых значений механических свойств стали 35ХМ с результатами пассивных экспериментов, показывает работоспособность предлагаемого способа гипотетического прогноза, который желательно применять на предпроектной стадии формирования той, или иной технологии. Так, например, для технологии производства стали 35ХМ были получены уравнения (1- 6) описывающие зависимости механических свойств данной марки стали, как функции управляемых переменных. Анализ этих уравнений позволил построить суммарную гистограмму (Рис.1) показывающую гипотетическое влияние каждой управляемой переменной на показатели механических свойств стали 35ХМ, что в дальнейшем делает возможным определение области «компромисса» критериев многокритериальной задачи [3].

$$Y_1=124X_0+37,576X_1+15,03X_2+-22,545X_3-37,576X_4+11,273X_5+15,030X_1X_5, (1)$$

$$Y_2=290,937X_0+38,281X_1-61,25X_2-45,938X_3+76,56X_4+22,969X_5-61,25X_1X_5, (2)$$

$$Y_3=327,5X_0+65,5X_1+52,400X_2+78,600X_3+52,400X_4+78,600X_5+52,400X_1X_5, (3)$$

$$Y_4=10,560X_0-1,600X_1+1,280X_2+1,920X_3+1,280X_4+1,920X_5+1,280X_1X_5, (4)$$

$$Y_5=31,071X_0-5,357X_1+4,286X_2+4,286X_3+2,143X_4+6,429X_5+4,286X_1X_5, (5)$$

$$Y_6=36,875X_0-9,219X_1+7,375X_2+3,687X_3+5,531X_4+3,687X_5+7,375X_1X_5. (6)$$

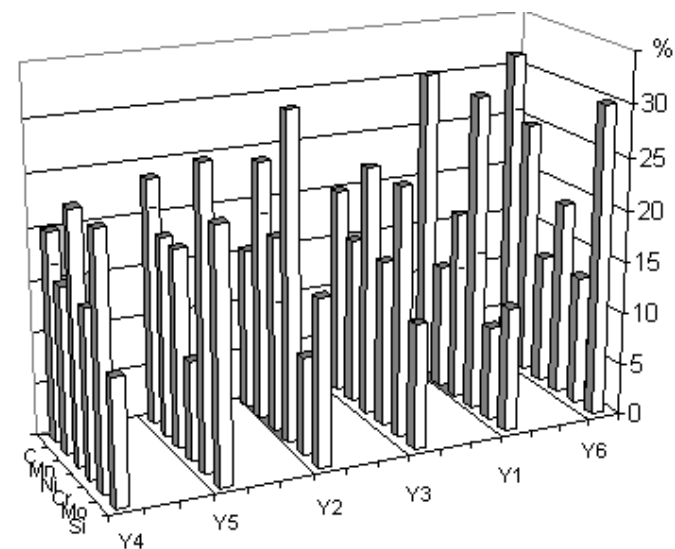


Рис. 1. Суммарная гистограмма

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Тим Постон и Иэн Стюарт. «Теория катастроф и ее приложения»: М.»Мир», 1980.- 780с.
2. Налимов В.В., Чернова Н.А. «Статистические методы планирования экстремальных экспериментов»: М. «Наука». 1965.-340с.
3. Большаков В.И., Дубров Ю.И. Решение многокритериальной задачи металловедения с качественно неоднородными критериями // Доп. НАН України. – 2002. - № 3. – С. 190-197.
4. Дубров Ю.И., Путилов В.М., Тарханов В.К. Об одном методе повышения согласованности экспертной оценки. «Научно - исследовательский институт управляющих машин и систем» 1988. с.36-45.
5. Гуляев А.П. Металловедение, Учебник для высших учебных заведений.- 5-е издание, переработанное и дополненное, -М. 1978.-648с.
6. Л.А. Позняк Инструментальные стали : К. Наукова думка, 1996. – 488с.
7. Дурнев В.Д., Сапунов С.В., Федюкин В.К. «Экспертиза и управление качеством промышленных материалов.» - СПб.: Питер, 2004. - 254с.:ил.
8. Пинчук Л.С., Струк В.А., Мышкин Н.К., Свириденюк А.И. «Материаловедение и конструкционные материалы.» : Минск «Высшая школа», 1989. - 461с.

УДК:669.017:539.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ КАРКАСА НАДСТРОЙКИ ПЯТИЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

В.И. Большаков проф., д.т.н., Д.В. Лаухин с.н.с., к.т.н.,

А.В. Бекетов доц., к.т.н., Е.В. Рабич доц., к.т.н., В.С. Магала, к.т.н., доц.

Т.А. Ковтун-Горбачева доц., к.т.н., В.А. Рабич магистр

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Днепрпетровск*

Введение. В настоящее время в строительстве намечаются тенденции, направленные на использование при производстве металлических конструкций сталей повышенной и высокой прочности, что объясняется значительным снижением металлоемкости каркаса и большей технологичностью монтажа конструкций. Экономическая эффективность повышения уровня прочности металла, используемого в сварных металлических конструкциях, показана многолетним мировым опытом производства и потребления качественных конструкционных сталей [1].

В Украине, при производстве строительных металлических конструкций, в большинстве случаев, используются, стали классов прочности С235 или С245 которые перестают удовлетворять современным тенденциям развития строительной индустрии. В то же время, рядом отечественных металлургических комбинатов освоено производство низкоуглеродистых сталей типа 10Г2ФБ, используемых в настоящее время при производстве труб и соединительных деталей магистральных трубопроводов.

Проведенный комплекс исследований [2, 3] показывает, что по уровню механических и эксплуатационных свойств стали данного типа удовлетворяют требованиям производителей строительных металлических конструкций. В связи с этим, целью настоящей работы являлось исследование возможности использования высокопрочных микролегированных сталей типа 10Г2ФБ в жилищном строительстве. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- рассчитаны несущие конструкции металлического каркаса надстройки пятиэтажного жилого дома с учетом применения низкоуглеродистых микролегированных сталей;
- обоснована целесообразность применения низкоуглеродистых микролегированных сталей для сварных металлических конструкций каркаса надстройки 5-этажного жилого дома;
- изучена структура и свойства стали 10Г2ФБ в зоне термического влияния после сварки;
- определена огнестойкость металлических конструкций из низкоуглеродистых сталей (10Г2ФБ) и предложена огнезащита строительных конструкций.

Материал и методика исследований. В качестве материала для настоящего исследования была выбрана малоуглеродистая низколегированная сталь типа 10Г2ФБ, произведенная по технологии контролируемой прокатки. Металлографические исследования осуществляли с помощью оптического микроскопа «Неофот-2». Исследования тонкой структуры металла производили на растровом электронном микроскопе РЭМ-106И.

Результаты исследований и их обсуждение. Как показывает мировая практика, применение высокопрочных конструкционных сталей не всегда приводит к удорожанию металлопроката, так как при использовании эффективных технологий термомеханической обработки уровень легирования высокопрочных сталей даже ниже, чем у традиционно используемых сталей [4-6].

Для анализа возможности применения низкоуглеродистых микролегированных сталей в сварных металлических конструкциях был рассчитан каркас надстройки пятиэтажного жилого дома в виде однопролетных многоэтажных рам, основные элементы которых решетчатые.

Учитывая, что стали с высокой прочностью наиболее эффективно используются в сечениях, работающих на растяжение, в расчетах произвели замену низкоуглеродистой стали С245, рекомендуемой СНиП, на высокопрочную микролегированную сталь типа 10Г2ФБ.

Масса металлического каркаса из стали С245 (Ст3пс) составила 822,3т, из них на растянутые элементы – 161,25т. Масса металлического каркаса из сталей С245 (Ст3пс+10Г2ФБ) составила 745,4т, из них на растянутые элементы – 83,25т.

Таким образом, масса растянутых элементов металлического каркаса надстройки при использовании стали 10Г2ФБ в рассчитанных сечениях снизилась с 161т до 83т, т.е. почти вдвое.

В предложенном конструктивном решении соединения элементов каркаса – сварные. СНиП, при расчете сварных соединений предписывается использование коэффициентов проплавления β_f и β_z , что приводит увеличению массы элемента. Следовательно, необходимо исследовать степень разупрочнения металла в местах сварки.