

Кравцова С. И.
аспирант,
Яковченко А. В.
д.т.н., профессор

Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВЫХ ТЕЧЕНИЯ СТАЛИ 20 НА БАЗЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УТОЧНЕННЫХ КОНСТАНТ ФОРМУЛ РАСЧЁТА ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Известно, что проблема моделирования реологических свойств относится к наиболее важным и сложным задачам теории обработки металлов давлением. Важное значение теории [1] расчета напряжения течения металла с учётом процессов динамического преобразования его структуры при горячей пластической деформации получила применительно к конечно-элементным методам исследований напряженно-деформированного состояния металла в процессах обработки металлов давлением.

Вместе с тем в работах [2–4] показано, что константы, определяющие термокинетические параметры в формуле расчета напряжения течения металла с учётом процессов динамического преобразования его структуры при горячей пластической деформации [1] не обеспечивают приемлемую точность расчетов во всем заявленном диапазоне изменения состава химических элементов.

В работах [2, 3] разработаны усовершенствованные метод и специализированная компьютерная программа расчёта уточненных констант формул, определяющих термокинетические параметры в теории расчета напряжения течения как для отдельных марок сталей, так и для групп, включающих до 25 марок сталей.

Поставлена задача анализа точности моделирования кривых течения стали 20 [5] на базе метода определения уточненных констант формул расчёта термокинетических параметров, которые получены в работе [3] для группы из трёх углеродистых марок сталей: 45, 08, 55.

Результаты расчётов по стали 20 представлены в таблице 1 и на рисунках 1–4. Среднее относительное отклонение расчетных значений напряжения течения σ по отношению к экспериментальным на базе уточненных констант [3] (для группы из трёх марок сталей 45, 08, 55) σ_y получено меньшим, чем базе исходных $\sigma_{и}$ [1] констант.

Таблица 1 — Средние относительные отклонения расчетных значений напряжения течения σ по отношению к экспериментальным для стали 20, полученных на базе исходных $\sigma_{и}$ [1] и уточненных [3] констант σ_y для группы из трёх марок сталей 45, 08, 55

Марка стали	Химический состав стали, %		Константы				Отклонение, %	
							$\sigma_{и}$	σ_y
Сталь 20, [5]	Наименование	Сталь 20					8,3	6,5
	C (0.05 - 1.1)	0.19	n1	61.343150	m1	0.161166		
	Si (0 - 1.65)	0.04	n2	36.772599	m2	0.204126		
	Mn (0.03 - 1.55)	0.86	n3	0.266166	m3	0.040946		
	Cr (0 - 0.3)		n4	0.336268	m4	0.050152		
	Ni (0 - 0.3)							
	P (0 - 0.05)	0.022						
	S (0 - 0.05)	0.029						
	V (0 - 0.26)							
	Cu (0 - 0.28)							

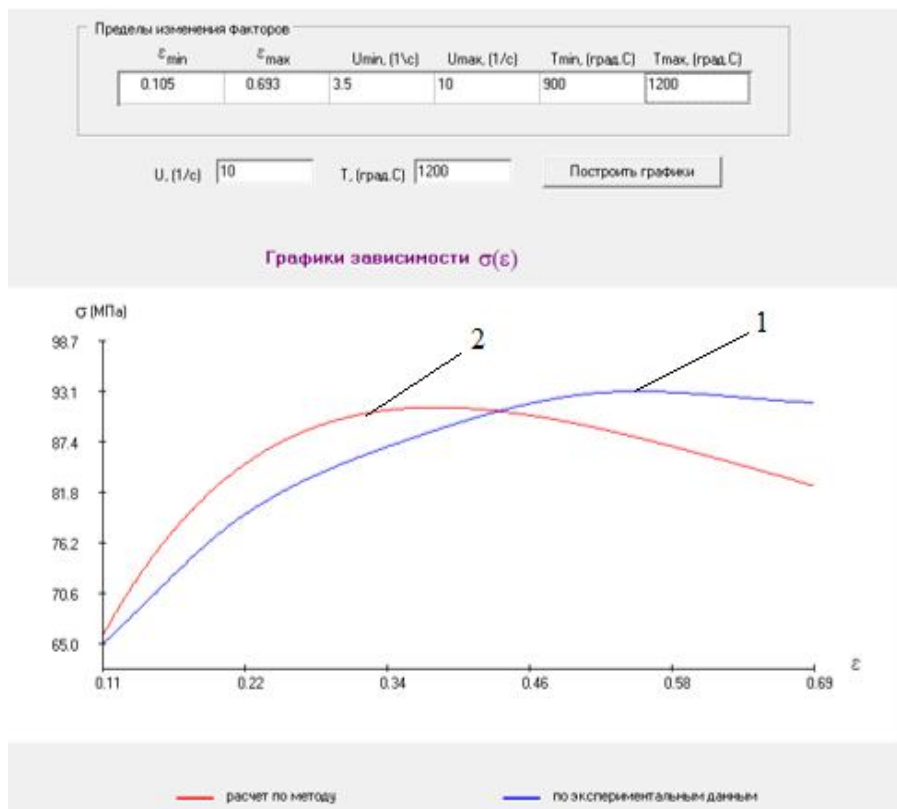


Рисунок 1 — Экспериментальная (линия 1) и расчётная (линия 2) (полученные на базе уточненных констант [3] для группы из трёх марок сталей 45, 08, 55) кривые напряжения течения стали 20 $\sigma = f(\varepsilon)$ при фиксированных значениях U, T

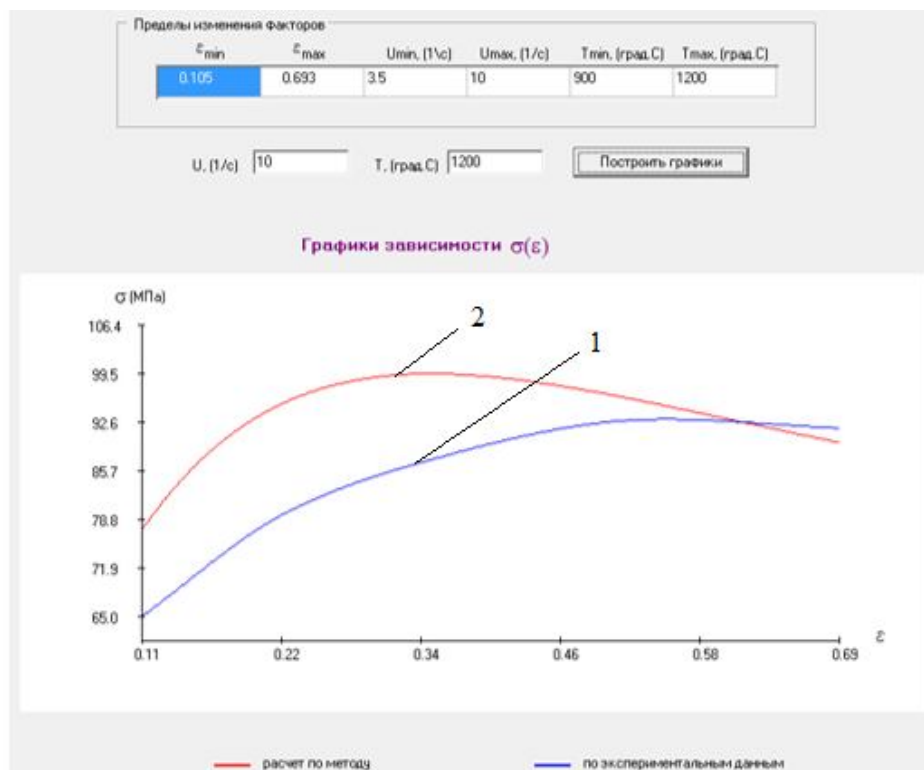


Рисунок 2 — Экспериментальная (линия 1) и расчётная (линия 2) (полученные на базе исходных констант [1]) кривые напряжения течения стали 20 $\sigma = f(\varepsilon)$ при фиксированных значениях U, T

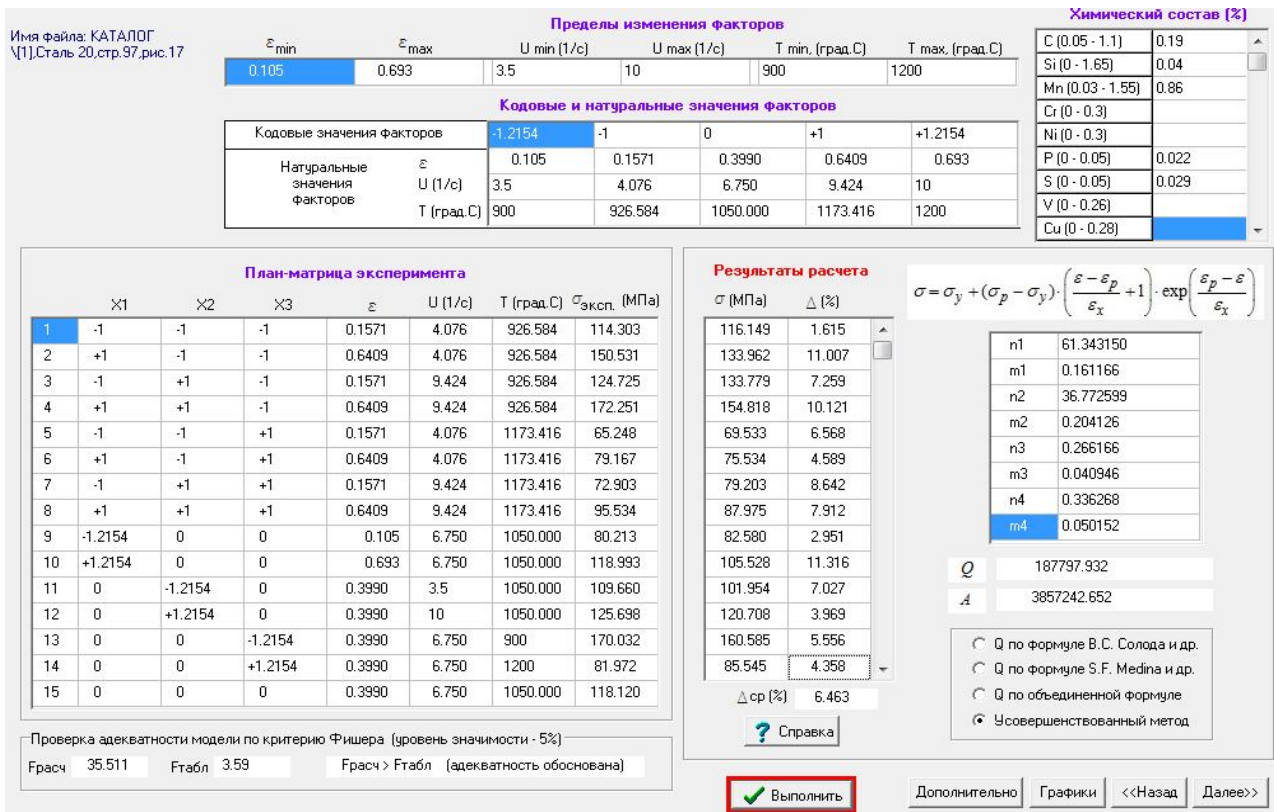


Рисунок 3 — Проверка точности аппроксимации экспериментальных данных [5] по стали 20 на базе уточненных констант (для группы из трёх марок сталей 45, 08, 55)

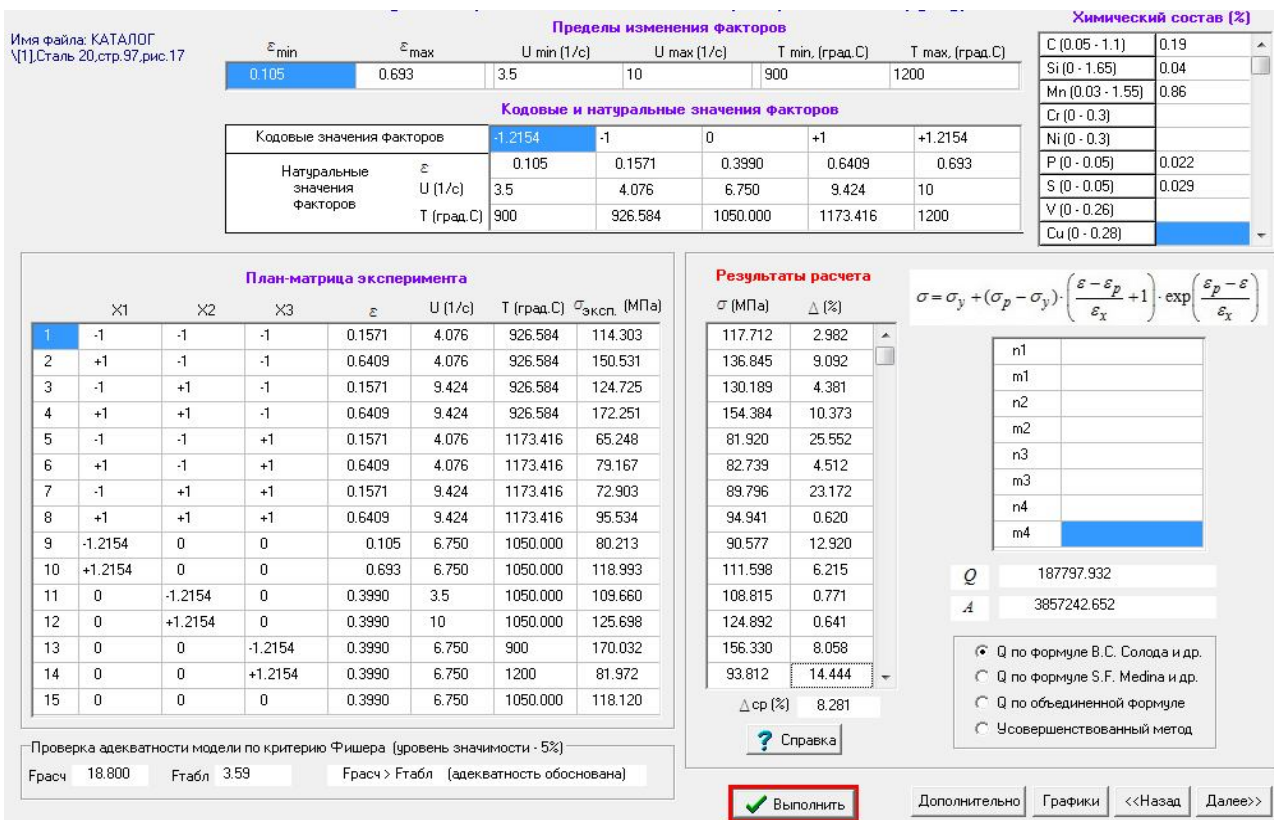


Рисунок 4 — Проверка точности аппроксимации экспериментальных данных [5] по стали 20 на базе исходных констант [1]

Выводы. Уточненные константы формул, определяющих термокинетические параметры в теории расчета напряжения течения металла с учётом процессов динамического преобразования его структуры при горячей пластической деформации, которые получены для группы из трёх марок сталей: 45, 08, 55 использовали для моделирования кривых течения стали 20. При этом среднее относительное отклонение расчетных значений по отношению к экспериментальным составило 6,5 %, что меньше, соответствующего отклонения, полученного на базе исходных констант.

Список литературы

1. Солод, В. С. Математическое моделирование сопротивления деформации при горячей прокатке углеродистых сталей / В. С. Солод, Я. Е. Бейгельзимер, Р. Ю. Кулагин // *Металл и литье Украины*. — 2006. — № 7–8. — С. 52–56.
2. Яковченко, А. В. Метод уточнения констант, определяющих термокинетические параметры в формуле расчета напряжения течения металла / А. В. Яковченко, П. Н. Денищенко, С. И. Кравцова, Н. И. Ивлева // *Сборник научных трудов ДонГТИ*. — 2022. — № 26 (69). — С. 29–39.
3. Усовершенствованный метод и компьютерная программа определения уточненных констант формул расчета термокинетических параметров для групп марок сталей / А. В. Яковченко, П. Н. Денищенко, С. И. Кравцова, Н. И. Ивлева // *Сборник научных трудов ДонГТИ*. — 2022. — № 27 (70). — С. 27–37.
4. Яковченко, А. В. Уточненные константы формул расчёта термокинетических параметров для ряда отдельных марок сталей / А. В. Яковченко, П. Н. Денищенко, С. И. Кравцова // *Ресурсосберегающие технологии производства и обработки давлением материалов в машиностроении: сборник научных трудов ЛГУ им. В. Даля*. — Луганск : Изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2022. — № 2 (39). — С. 10–16.
5. Полухин, П. И. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов : справочник / П. И. Полухин, Г. Я. Гун, А. М. Галкин. — М. : Металлургия, 1976. — 488 с.