МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА

Пугач А.А. $(OMT-11_M)^*$ Донецкий национальный технический университет

В настоящее время в технической литературе, имеются обширные экспериментальные данные о зависимости напряжения течения металла σ от степени деформации ε , скорости деформации U и температуры T, представленные в виде кривых упрочнения. В ряде случаев, в том числе и при разработке компьютерных программ возникает необходимость в разработке эмпирических формул, которые необходимы для расчета напряжения течения металла σ .

После выбора вида эмпирической формулы требуется определить входящие в нее константы на основе имеющейся экспериментальной информации по кривым упрочнения. При этом имеются две актуальные задачи: обеспечить высокую точность определения σ в зависимости от ε ,U,T на базе кривых упрочнения и выполнить научно обоснованный выбор наиболее рациональных точек в области изменения факторов ε ,U,T для определения соответствующих значений σ .

Для решения первой задачи целесообразно разработать компьютерную программу определения значений σ путем сплайн - интерполяции экспериментальной информации.

Определение величин σ в зависимости от произвольных значений ε, U, T предложено выполнять следующим образом. На первом этапе в окно компьютерной программы заносятся отсканированные кривые упрочнения. В этом окне для всех узловых точек координатных осей ставятся в соответствие значения σ и ε в единицах, указанных на координатных осях, а также в единицах растрового изображения, которые определяются программно. графическая визуализация Выполняется построенных линий, необходима для обеспечения максимально точного совпадения построенной другим цветом сетки с исходной координатной сеткой.

На основе полученной информации для любой точки, лежащей на графике, можно определить абсциссу и ординату в растровых единицах, а затем рассчитать их в единицах, указанных на координатных осях. Программа вычисляет значения напряжения течения металла $\sigma(\varepsilon, U, T)$ и заносит их таблицу. Далее выполняется сплайн-интерполяция полученной информации и построение сплайн - кривых в окне программы. Цвет кривых пользователь выбирает таким образом, чтобы их было хорошо видно на фоне исходных кривых. Если ход исходной кривой упрочнения достаточно сложный, например, имеются перегибы и сплайн - кривая недостаточно точно ложится на исходную

^{*} Руководитель – д.т.н., профессор кафедры ОМД Яковченко А.В.

кривую, то можно увеличить число точек и добиться полного совпадения интерполяционной кривой и исходной.

Для решения второй задачи, предложено применить метод планируемого расчетного эксперимента. Разработано окно программы (см. рис.) где в таблицу, расположенную в его верхней части, передаются пределы изменения факторов ε , U, T. В этом же окне формируется таблица кодовых и натуральных значений факторов. В соответствии с теорией планируемого эксперимента, план-матрица для 3-х факторов ε , U, T всегда содержит 15 строк для определения величин σ . Планируемый эксперимент, охватывает всю область изменения факторов ε , U, T и определяет наиболее рациональные точки для определения величин σ на основе экспериментальной информации. Причем это научно-обоснованный теорией планируемого эксперимента минимум опытов.

На рис. для стали X18Н9Т представлены значения напряжения течения металла $\sigma_{\mathcal{H}Cn}$, полученные путем сплайн-интерполяции кривых упрочнения. По предложенному в работе методу найдены константы, входящие в формулу проф. В.И. Зюзина, и на их основе выполнен расчет величин σ_p . Значения констант, представленых в правой части окна (см. рис.), рассчитали по методу наименьших квадратов. Найдено также среднее относительное отклонение расчетных значений σ_p от соответствующих экспериментальных значений

 $\sigma_{3\kappa cn}$, pashoe 5,2%. MonD. . Напряження течення металла Расчет по задзение фокторан Справка Алпроксимация экспериментальной информации на основе формулы проф. Зюзина В.И Предель изменения факторов U mm (1/c) U max (1/c) T rwn, tross CI T max (rpag C) VHTZ 408AS KATA/TOT VHCDWabboosiH0 KATA/TOT VHCDWabboosiH0 KATA/TOT VHCDWabboosiH0 KATA/TOT VHCDWabboosiH0 +1.2154 Кодовые энемения факторов 0.0768 0.2000 0.3234 0.35 Натуральные оначения факторов U (1/e) 0.05 13.337 75.025 136,713 150 T (rpss. C) 900 926,584 1050,000 1173.416 1200 План ногрица экспирининта 20 g U (I/c) Op MIN I (ross C) Cocce Mila) 内内 926.584 197,506 0.0768 0.029 0.3234 13.337 926.584 243,080 270.211 11.161 0.0066 136.713 926 584 271.428 249 946 7.914 0.3234 136,713 926.584 340.403 342 055 0.485 4017.081536972604680 0.0766 13.337 1173.416 89.952 95.788 5.480 0.217820995302114 0.3234 13.337 1173.416 119,291 131.077 9.800 0.101303573126606 0.0766 136,713 1173.416 119 161 121.247 1.750 0.002930816225268 0.3234 136.713 1173 416 182.760 165,928 B.210 -1.2154 0.05 75.025 1050,000 141.220 149.281 5.709 1050,000 +1.2154 Œ 0.35 75.025 219.124 228 079 4.087 10 11 -1.2154 Ü 0.2000 0.05 1050 000 104.206 96,246 7.639 12 +1.2154 0.2000 150 1050 000 239 197 216 584 9.450 13 0 1.2154 0.2000 75 025 900 304.918 313.380 2.7M U 75.025 1200 131.657 14 +1.2154 0.2000 130,083 1.196 15 Ò 1050 000 0.2000 75.025 203.243 201.905 0.689 5.228 Acp (3) Max wicho 300 ✓ Выполнить («Назад Далие»)

Рисунок - Окно программы расчета констант, входящих в формулу проф. В.И. Зюзина

Решение указанных выше задач дает метод определения констант эмпирических формул для расчета напряжения течения металла σ .