МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСТАНТ ЭМПИРИЧЕСКИХ ФОРМУЛ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЯ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА

Пугач А.А. *(ОМТ-11м)*[*]
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. Выполняется графическая визуализация построенных линий, которая 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 Х18Н9Т представлены значения напряжения течения металла $\sigma_{эксп}$, 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 $\sigma_{эксп}$, равное 5,2%.

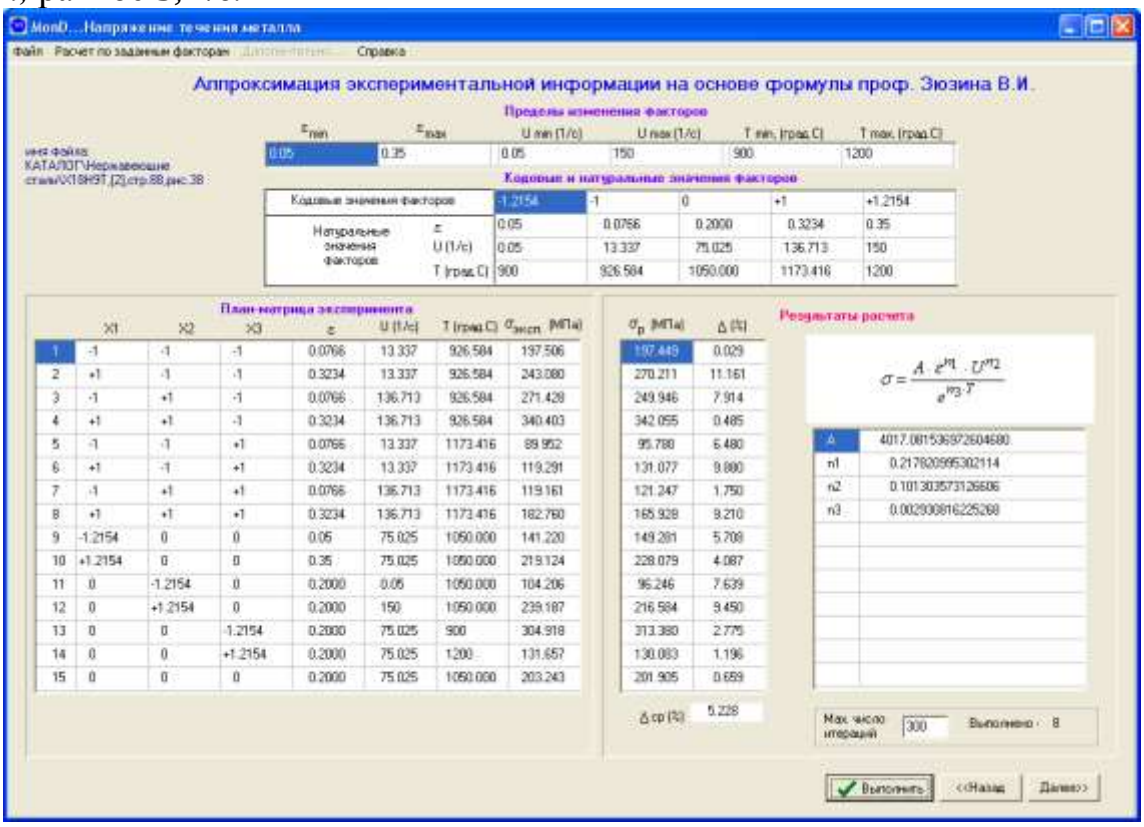

Рисунок - Окно программы расчета констант, входящих в формулу проф. В.И. Зюзина

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