

УДК 621.771.29

Шпак В. И., Шевченко В. В., Сатонин А. А., Зеленский А. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРЕССИРОВОЧНЫХ СТАНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ГОТОВОГО ПРОКАТА

Основная часть листового проката, производимого в металлургическом производстве, используемого в качестве заготовок, производится на станах холодной прокатки и подвергается рекристаллизационному отжигу для снятия наклёпа. Завершающим этапом листопркатного передела является процесс дрессировки отожжённых полос – процесс прокатки полосы с малыми обжатиями до 3. Основными показателями качества листовых заготовок, получаемых в листопркатном производстве, являются точность геометрических характеристик, степень и уровень стабильности механических свойств, шероховатость поверхности, наличие внешних и внутренних дефектов и ряд других параметров [1–2].

Целью работы является изучение влияния жесткости дрессировочной клетки, изменения предварительного межвалкового зазора и исходной разнотолщинности проката на величину полного усилия процесса дрессировки, конечную разнотолщинность и результирующий показатель предела текучести материала.

В соответствии с основными технологическими предназначениями процесса дрессировки в качестве основных показателей, определяющих эффективность условий реализации данного процесса, рассматривали конечную продольную разнотолщинность Δh_1 , разброс результирующего значения предела текучести ΔS_{T1} , а также размах изменения величины полного усилия ΔP , характеризующее размах изменений упругих деформаций валковой системы и, как следствие, величину поперечной разнотолщинности и степень плоскостности готового проката. При этом, как в случае анализа передаточных коэффициентов в качестве инструмента теоретического исследования указанных выше параметров были исследованы математические модели и программные средства, полученных ранее в других работах. В качестве объекта исследования были рассмотрены процессы дрессировки тонких полос из стали 10X17H13M2T ($h_0 = 1,0$ мм; $h_1 = 0,98$ мм; $\Delta h_0 = 0,2$ мм; $R = 300$ мм; $S_{T1} = 395,1$ Н/мм²), имеющих номинальное значение исходной и конечной толщины, соответственно, $h_0 = 1,0$ мм и $h_1 = 0,98$ мм. Все остальные параметры, а именно, радиус рабочих валков R , значение модуля жесткости рабочей клетки, приведенное к единице модуля жесткости рабочей клетки, приведенное к единице ширины обрабатываемой полосы $G_{кл}/b$, величина исходной разнотолщинности Δh_0 , размах изменения предварительного межвалкового зазора Δz_0 и т. д. были приняты в качестве варьируемых. Аналогичный комплекс расчетов был проведен применительно к другим значениям исходной толщины, величины относительного обжатия, а также применительно к другим маркам высокопрочных сталей.

В качестве примера результатов выполненного количественного анализа на рис. 1–2 представлены распределения продольной разнотолщинности Δh_1 , размаха изменения величины полного усилия ΔP и результирующего показателя предела текучести ΔS_{T1} в зависимости от приведенного значения модуля жесткости рабочей клетки $G_{кл}/b$ и величины изменения предварительного межвалкового зазора Δz_0 . Аналогичные распределения, но в зависимости уже от радиуса рабочих валков R и величины исходной продольной разнотолщинности Δh_0 при фиксированном не нулевом значении модуля жесткости рабочей клетки, представлены соответственно на рис. 3 и 4.

Из представленных распределений является очевидным, что при всех изменениях модуля жесткости рабочей клетки, отличных от нуля, увеличивается размах изменения предварительного межвалкового зазора, определяемого радиальным биением элементов валковой системы, однозначно приводит к увеличению продольной разнотолщинности, и размаха изменения величины полного усилия, и размаха изменения результирующего значения предела текучести (рис. 1–4) [2].

При этом интенсивность указанного увеличения всех трех параметров возрастает с увеличением модуля жесткости рабочей клетки (рис. 1–2), уменьшения радиуса рабочих валков (рис. 3), и ширины полосы (рис. 1–2), а также с уменьшением уровня механических свойств и коэффициента внешнего трения в очаге деформации.

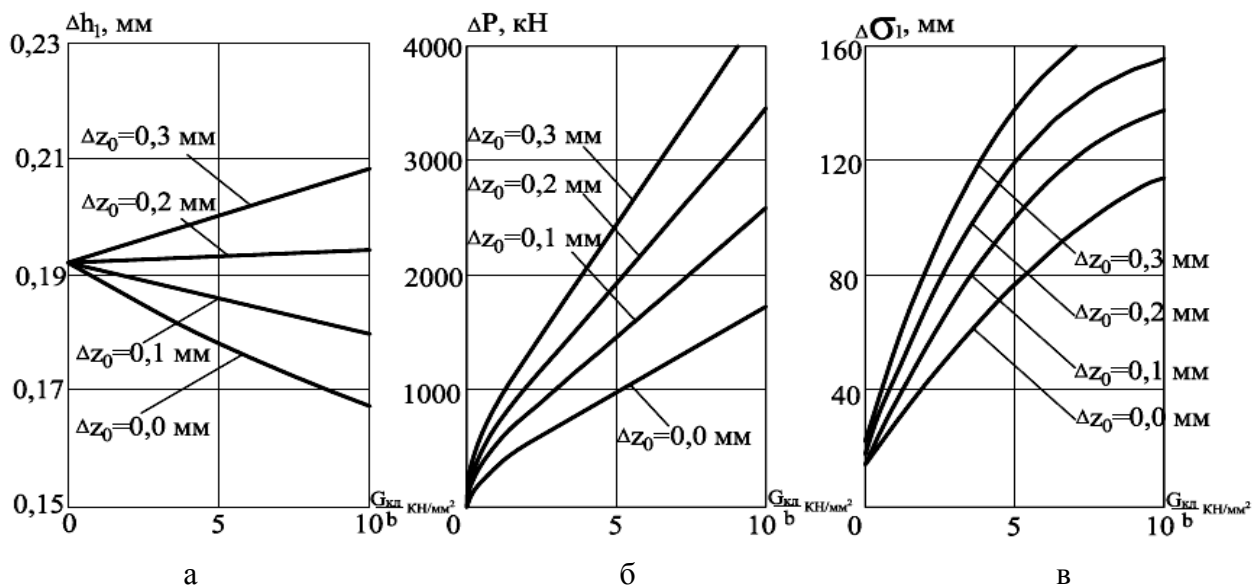


Рис. 1. Расчетные распределения продольной разнотолщинности Δh_1 (а), размаха изменения величины полного усилия ΔP_1 (б) и результирующего показателя предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$ (в), имеющих место при дрессировке тонких полос с различными значениями приведенного модуля жесткости рабочей клетки $G_{кл}/b$ и величины изменения предварительного межвалкового зазора Δz_0

Причем с уменьшением радиуса рабочих валков, а также при снижении коэффициента трения и уровня механических свойств изменение направленности функциональной связи $\Delta h_1(G_{кл}/b)$ происходит при меньших значениях Δz_0 .

По отношению к размаху изменения величины постоянного усилия ΔP и результирующего значения предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$, увеличение модуля жесткости рабочей клетки дрессировочного стана однозначно приводит к увлечению указанных параметров, причем интенсивность данного увеличения тем выше, чем выше показатель реального биения Δz_0 (рис. 1, б, в, рис. 2, б, в). Отмеченное обусловлено тем, что с увлечением модуля жесткости имеет место повышение выравнивающей способности рабочей клетки по отношению к исходной продольной разнотолщинности, при одновременном повышении степени искажения, обусловленной реальным биением валковой системы.

И то и другое, в своей совокупности и сочетании, приводит к увеличению разброса показателей степени деформации по длине обрабатываемой полосы, и как следствие, к увеличению размаха изменения как величины полного усилия ΔP , так и величины результирующего значения предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$.

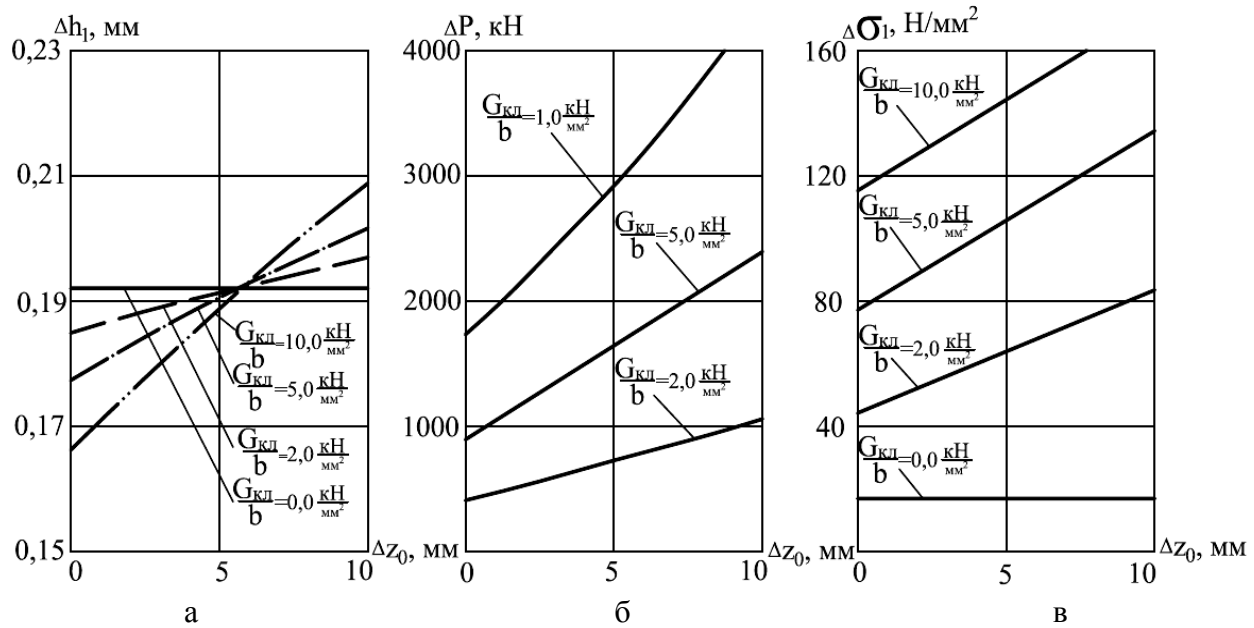


Рис. 2. Расчетные распределения продольной разнотолщинности Δh_1 (а), размаха изменения величины полного усилия ΔP_1 (б) и результирующего показателя предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$ (в), имеющих место при дрессировке тонких полос с различными значениями изменения величины предварительного межвалкового зазора ΔZ_0 и величины модуля жесткости рабочей клетки $G_{кл}/b$

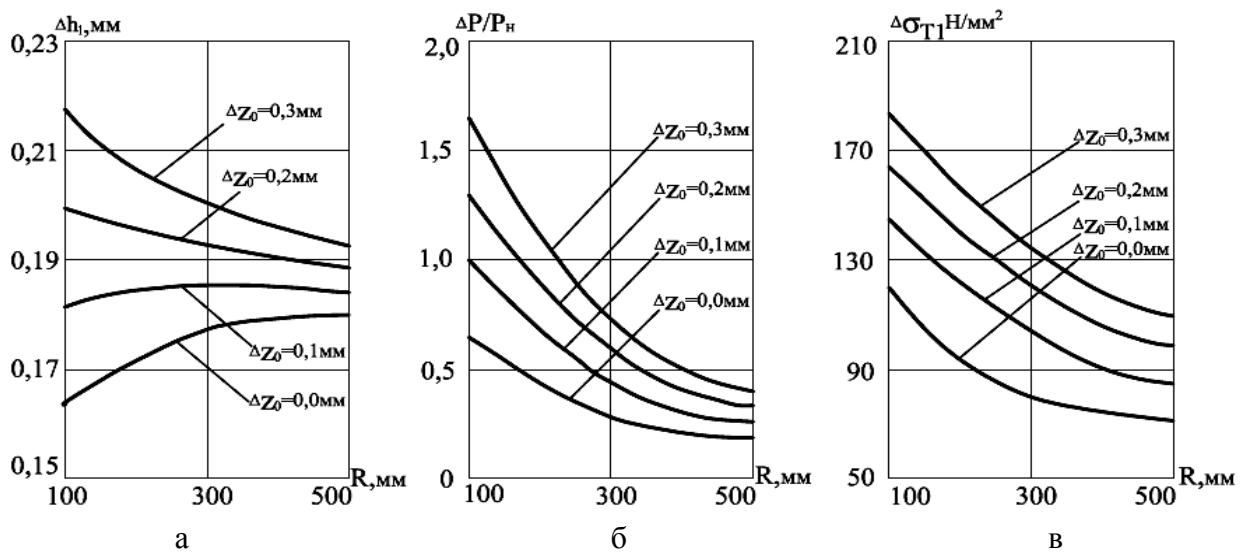


Рис. 3. Расчетные распределения продольной разнотолщинности Δh_1 (а), размаха изменения величины полного усилия ΔP_1 (б) и результирующего показателя предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$ (в), имеющих место при дрессировке тонких полос в валках различного радиуса R и с различной величиной изменения предварительного межвалкового зазора ΔZ_0

По аналогии с модулем жесткости рабочей клетки весьма противоречивым на величину продольной разнотолщинности Δh_1 является и влияние радиуса рабочих валков R . В частности, при фиксированном не нулевом значении $G_{кл}/b$ увеличение радиуса приводит к увеличению Δh_1 , при малых и к уменьшению Δh_1 , при достаточно больших значениях изменения величины предварительного межвалкового зазора ΔZ_0 (рис. 3, а).

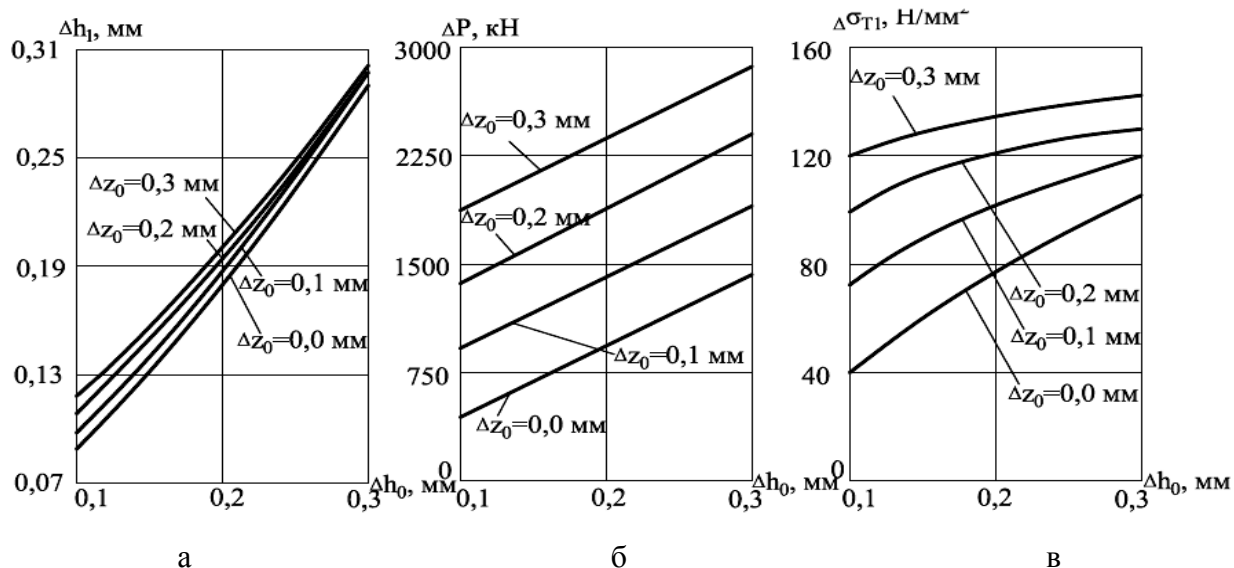


Рис. 4. Расчетные распределения продольной разнотолщинности Δh_1 (а), размаха изменения величины полного усилия ΔP_1 (б) и результирующего показателя предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$ (в), имеющих место при дрессировке тонких полос с различными значениями исходной разнотолщинности Δh_0 и величины изменения предварительного межвалкового зазора Δz_0

Отмеченное обусловлено тем, что с увеличением радиусов рабочих валков возрастает и модуль жесткости полосы при ее пластическом формоизменении, а это, в свою очередь обуславливает снижение выравнивающей способности рабочей клетки по отношению к исходной продольной разнотолщинности, при одновременном снижении степени искажений от радиальных биений элементов валковой системы. Этим же обусловлено и однозначное асимптотическое снижение относительного размаха изменения величины полного усилия $\Delta P / P_H$, и точно такое же снижение величины предела текучести $\Delta \sigma_{T1}$, имеющее место при увеличении радиусов рабочих валков (рис. 3. б, в). Причем максимальная интенсивность указанного снижения имеет место в диапазоне $R = 100 \dots 250$ мм, а также в диапазоне максимальных значений относительных обжатий, уровней механических свойств и коэффициентов внешнего трения в очаге деформации.

ВЫВОДЫ

1. С точки зрения минимизации продольной разнотолщинности и стохастического изменения механических свойств, а также с точки зрения снижения размаха изменения величины полного усилия и, как следствие, повышение степени плоскостности готового проката, наиболее целесообразным является использование дрессировочных станов с рабочими клетками, имеющими минимальный или нулевой уровень жесткости, оснащенные гидравлическими нажимными устройствами.

2. Весьма целесообразным в этом случае является и одновременное использование максимально допускаемых по уровням энергосиловых параметров радиусов рабочих валков с регламентированной величиной радиального биения, определяемой в свою очередь, точностью изготовления и монтажа валковой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков А. В. Дрессировка и качество тонкого листа / А. В. Третьяков, Е. М. Третьяков, Г. Н. Мигачёва. – М. : Металлургия, 1977. – 232 с.
 2. Исследование процесса и внедрение агрегата дрессировки и правки : отчёт о НИР / СФ ВНИИ-метмаш. – № ГР 01830017348. – Славянск, 1984. – 129 с.