

Изобретение относится к области прокатного производства и может быть использовано для защиты от технологических перегрузок рабочих клеток, преимущественно обжимных и толстолистовых станов.

Известно предохранительное устройство прокатной клетки [1], включающее расположенный между подушками валков и нажимным устройством клиновидный предохранительный механизм, выполненный несамотормозящимся, с пружинным элементом, размещенным между клином и регулировочным винтом.

Общими признаками с заявляемым устройством являются: размещение его под нажимным средством прокатной клетки, а также преобразование вертикального усилия от нажимного средства в боковое перемещение. Технический результат, достигаемый в заявленном устройстве, достичь невозможно из-за неустойчивости величины силы срабатывания вследствие эффекта приработки трущихся поверхностей, а также попадание в рабочие контакты механизма частиц окалины, воды, смазки, паров и т. п., что изменяет коэффициент трения.

Известно также предохранительное устройство прокатной клетки [2], размещенное между нажимным механизмом и подушкой прокатного вала, в котором для ограничения технологических нагрузок использованы пакеты гибких пластин, установленных своей плоскостью параллельно воспринимаемой нагрузке.

Общими признаками с заявляемым устройством являются: размещение его под нажимным средством прокатной клетки, высокая нагрузочная способность, многократность использования. Технический результат, достигаемый в заявляемом устройстве, достичь невозможно, так как это устройство снижает жесткость прокатной клетки вследствие прогиба пластин еще до потери ими устойчивости, а также подвержено эффекту усталостного разрушения пластин при их эксплуатации. Более того, вертикальное расположение пластин увеличивает габариты устройства, что требует увеличения размеров прокатной клетки.

Известно также предохранительно-разгрузочное устройство прокатной клетки [3], принятое за прототип, содержащее пуансон и бандаж с основанием, образующее рабочую полость, заполненную легкоплавким металлом (свинцом), а также дополнительную полость, огражденную от рабочей полости срезным диском и размещенную под рабочей полостью; имеется также разрушаемый элемент.

Общими признаками с заявляемым устройством являются: размещение его под нажимным средством прокатной клетки, а также наличие пуансона и бандажа, образующих рабочую полость, заполненную материалом, передающим давление. Технический результат, достигаемый в заявляемом устройстве, достичь невозможно из-за сложности восстановления его работоспособности, требующей для замены срезного диска извлечения устройства из клетки, удаления остатков легкоплавкого металла и заливку полости новой порцией свинца. Наличие дополнительной полости обуславливает также необходимость увеличения вертикальный размеров прокатной клетки, что увеличивает ее металлоемкость и снижает жесткость.

В основу изобретения поставлена задача создания предохранительно-разгрузочного устройства прокатной клетки, в котором предлагаемая конструкция бандажа обеспечит точность при срабатывании и удобство в обслуживании, и за счет этого позволит снизить аварийные простои стана.

Поставленная задача решается тем, что в предохранительно-разгрузочном устройстве прокатной клетки, включающем размещенные под нажимным средством пуансон, бандаж и основание, образующие рабочую полость, заполненную высокопластичным материалом, и разрушаемый элемент, в соответствии с изобретением, бандаж выполнен в виде двух жестких полуколец, связанных между собой на одном конце шарниром, а на другом - разрушаемым элементом, выполненным в виде срезного пальца, а в качестве высокопластичного материала использован эластомер.

При этом срезной палец установлен на концах полуколец в срезающих втулках, а его ось может быть как параллельна, так и перпендикулярна оси нажимного средства.

Кроме того, в боковой стенке одного из полуколец, составляющих бандаж, выполнено радиальное отверстие с резьбой, в которое вкручен болт.

Выполнение бандажа в виде двух жестких полуколец, один конец которых связан с другим срезным пальцем, а другой - шарниром, позволяет исключить расход бандажей при срабатывании устройства, так как разрушению подвержен лишь конструктивно простой элемент - срезной палец, связывающий полукольца в единый бандаж. Установка шарнира на другом конце полуколец обеспечивает свободное уширение бандажа при разрушении срезного пальца, а признак размещения оси вращения шарнира параллельно оси нажимного устройства сохраняет компактность бандажа после разрушения срезного пальца.

Как показали экспериментальные исследования, точность срабатывания предохранительных устройств зависит от вида разрушающей деформации. При этом срез разрушаемых элементов обеспечивает сокращение интервала предельных нагрузок на 30...40% в сравнении с разрывом этих элементов. В свою очередь, на величину погрешности предельных нагрузок влияет качество разрушения. Так, качественный срез пальца срезающими втулками практически полностью исключает влияние снятия материала пальца на его разрушение. Это обосновывает признак установки срезного пальца на концах полуколец в срезающих втулках. Положение оси срезного пальца влияет на удобство обслуживания устройства после его срабатывания клетки. В заявленном техническом решении предложено два варианта размещения срезных пальцев. В первом варианте палец размещен вертикально и параллельно оси нажимного средства. Во втором - ось пальца перпендикулярна оси нажимного средства, т. е. палец установлен горизонтально. Выбор варианта установки срезных пальцев зависит от расположения свободного пространства, обеспечивающего более простой и удобный доступ к устройству обслуживающего персонала для замены срезного пальца. Если доступ к устройству облегчен со стороны боковых стенок, то предпочтителен вариант размещения срезных пальцев горизонтально. Если боковое пространство загромождено конструктивными элементами узла подушек, то следует использовать вариант установки срезных пальцев сверху, параллельно оси нажимного средства.

Иногда в процессе прокатки возникает так называемое заклинивание валков прокатываемым металлом. Для ликвидации заклинивания валков в заявленном техническом решении предложено выполнить в боковой стенке одного из полуколец, составляющих бандаж, сквозное радиальное отверстие с резьбой, в которое

вкручивается болт. При заклинивании валков болт следует выкрутить, и эластомер из рабочей полости под давлением будет выходить из отверстия, позволяя развести рабочие валки и продолжить работу. Однако эластомер при этом будет пластически деформирован и должен быть заменен новым.

На фиг. 1 представлено предохранительно-разгрузочное устройство, осевой разрез, на фиг. 2 - вид сверху с вариантом размещения срезного пальца параллельно оси нажимного средства и с возможным вариантом расположения отверстия для ликвидации заклинивания валков, на фиг. 2 - схема распределения давления на внутренние стенки рабочей полости устройства, на фиг. 5 - положение полуколец при срабатывании устройства, на фиг. 6 приведен поперечный разрез устройства с вариантом размещения срезного пальца перпендикулярно оси нажимного средства.

Предохранительно-разгрузочное устройство прокатной клетки размещено под нажимным средством 1 (фиг. 1) и включает пуансон 2, основание 3, опирающееся на подушку 4 прокатного валка, а также бандаж, выполненный в виде двух полуколец 5 и 6 (фиг. 2), установленных с охватом пуансона и основания. Одним концом полукольца связаны между собой шарниром (фиг. 2), ось 7 которого параллельна оси нажимного средства. С другого конца полукольца взаимодействуют друг с другом посредством срезного пальца 8, размещенного во втулках 9 (фиг. 3), запрессованных в полукольцах параллельно оси нажимного средства. Вариант конструкции устройства, представленный на фиг. 6, предусматривает установку срезного пальца 8 во втулках 9 перпендикулярно оси нажимного средства.

Пуансон 2 (фиг. 1, 2, 6), основание 3 и полукольца 5 и 6 образуют рабочую полость устройства, заполненную эластомером 10. В рабочей полости размещен ограничитель перемещений 11, представляющий собой цилиндр, жестко связанный с пуансоном 2 и свободным концом входящий в сквозное цилиндрическое отверстие 12, выполненное в основании 3 устройства с диаметром  $d$ , равным диаметру ограничителя.

В боковой стенке полукольца 5 выполнено радиальное цилиндрическое отверстие 13 с резьбой, в которое вкручен болт 14.

Устройство работает следующим образом.

При эксплуатации клетки в рабочем диапазоне технологических нагрузок пуансон 2 воспринимает внешнее усилие  $Q$ , приходящееся на нажимное средство 1, и создает в рабочей полости давление  $P$  (фиг. 4), равномерно распределенное по поверхности рабочей полости высотой  $H$ . Под действием давления  $P$  (фиг. 4) внутренняя поверхность полуколец 5 и 6 испытывает общую нагрузку:  $N = DHP$ ,

где  $D$  - диаметр внутренней поверхности полуколец 5 и 6. Эта нагрузка уравнивается силой  $T$ , действующей на срезной палец 8. Под влиянием силы  $T$  в срезном \* пальце возникают касательные напряжения:

$$\tau = \frac{2N}{\pi d_n^2 n},$$

где  $d_n$  - диаметр срезного пальца;  $n$  - число плоскостей среза пальца.

В момент превышения технологической нагрузкой, действующей на нажимное средство, максимальной допустимой величины

$$Q_{\max} = \frac{\pi(D^2 - d_n^2)n\pi d_n^2 \tau_{\text{пл}}}{8DH}$$

происходит разрушение пальца 8 одновременно в  $n$  плоскостях среза. Под действием давления  $P$  полукольца 5 и 6 бандаж, сохранившие связь в шарнире, поворачиваются относительно оси 7 (фиг. 5), рабочая полость раскрывается. В результате предохранительное устройство теряет свою жесткость, происходит осадка эластомера на величину  $H$  (фиг. 1) до упора ограничителя перемещений 11 в поверхность подушки 4. При этом внешнее технологическое усилие  $Q$ , существенно уменьшенное при разведении валков, исключает перегрузки прокатной клетки.

Для восстановления работоспособности устройства достаточно удалить прокатываемый материал из межвалкового зазора, зафиксировать подушку прокатного валка от вертикальных перемещений, поднять нажимное средство до уровня, при котором эластомер полностью восстанавливает свои геометрические размеры, сомкнуть разведенные кольца и вставить новый палец в соосные отверстия втулок полуколец.

Предохранительное устройство, в котором срезной палец 8 (фиг. 6) размещен перпендикулярно оси нажимного средства, работает аналогичным образом.

Если в процессе прокатки происходит заклинивание валков прокатываемым металлом, то требуется развести валки. Для этого болт 14 выкручивается из отверстия 13, и эластомер 10 выходит через отверстие 13. При этом пальцы разводятся и клеть разгружается. Однако в этом случае для восстановления работоспособности устройства необходимо заменить эластомер, так как он получает необратимые пластические деформации.

Итак, заявленное техническое решение обеспечивает конструктивную простоту, точность при срабатывании устройства за счет качественного среза разрушаемого элемента, удобство обслуживания клетки, простоту замены разрушаемого элемента. Не требуется извлечения предохранительного устройства из-под нажимного средства, а также исключается разрушение деталей бандаж.

Предложенное устройство испытано в лаборатории кафедры "ПГС и сопротивление материалов" Мариупольского металлургического института. Опытный образец был изготовлен и установлен на обжимной клетки слябинга 1150 Карагандинского металлургического комбината. Рабочая полость устройства, имеющая диаметр  $D = 400$  мм, высоту  $H = 50$  мм, образована бандажом в составе двух полуколец, один конец которых связан с шарниром осью диаметром 70 мм, а другой - срезным пальцем диаметром 40 мм, выполненным из углеродистой стали (сталь 45, ГОСТ 1050-81). Срезной палец установлен во втулках внешним диаметром 70 мм, запрессованных в полукольцах. Твердость внутренней поверхности втулок - HRC 45. Рабочая полость заполнена полиуретаном марки СКУ ПФЛ-100 ( $E = 58$  МПа,  $\mu = 0,498$ ). Диаметр ограничителя  $d = 180$  мм. Наибольшие размеры устройства в плане  $650 \times 650$  мм, по высоте - 120 мм. Указанные параметры обеспечивают срабатывание устройства в диапазоне технологических нагрузок 10850-11000 кН с раздвижением валков на 20 мм.

Использование устройства, описанного в примере конкретного выполнения, в сравнении с прототипом позволяет сократить аварийные простои стана, связанные с восстановлением работоспособности устройств, на 30-40%, снизить затраты на замену разгружаемого элемента в 10-15 раз, уменьшить трудоемкость восстановительных работ в 1,5-2,0 раза.

Таким образом, совокупность отличительных признаков заявленного технического решения обеспечивает выполнение поставленной задачи.

