

УДК 621.762

Сварка взрывом с последующей прокаткой биметаллического материала

Студент гр.104415 Шегидевич А.А.

Научный руководитель – Белявин К.Е.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Биметалл - материал, состоящий из двух слоев разнородных металлов или сплавов (например, сталь и алюминий, сталь и ниобий, алюминий и титан, титан и молибден и др.). В настоящее время биметаллы применяются в самых различных отраслях промышленности: в химической и нефтеперерабатывающей, в машиностроении, приборостроении, судостроении, в сельском хозяйстве и т. д.

Биметаллический материал Al-Cu получают методом сварки взрывом листовых заготовок алюминия и меди различных марок с последующей прокаткой. При этой технологии соединение происходит за счет совместной пластической деформации в результате соударения, вызванного взрывом быстро движущихся соединяемых частей. При этом кинетическая энергия движущихся деталей выполняет работу по совместной пластической деформации контактирующих слоев. Принципиальная схема сварки взрывом представлена на рисунке. Неподвижную пластину (основание) 4 и μεταаемую пластину (облицовку) 3 располагают под углом $\alpha = 2-16^\circ$ на заданном расстоянии $h = 2-3$ мм от вершины угла. На μεταаемую пластину укладывают заряд взрывчатого вещества 2. В вершине угла устанавливают детонатор 1. Сварка производится на опоре 5.

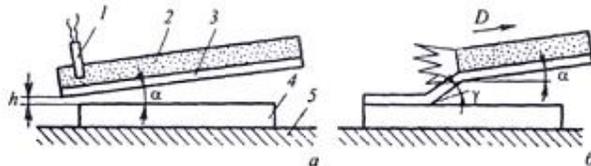


Рисунок – Угловая схема сварки взрывом до начала (а) и на стадии взрыва (б)

В результате этого подвижная заготовка получает ускоренное движение, направленное в сторону неподвижной заготовки. Соударяясь заготовки получают взаимную пластическую деформацию, необходимую для прочного соединения.

После образования биметаллического материала необходимо последующая прокатка для придания биметаллическому листу формы необходимой для обработки традиционными методами. Этот процесс затруднен необходимостью подбора режимов прокатки полученного биметалла.

В результате проделанной работы подобраны режимы прокатки, на прокатном стане 500, после сварки взрывом биметаллического материала Al-Cu, что позволило его использовать в промышленности. Биметаллический материал Al-Cu предназначен для изготовления контактных переходников и токопроводящих элементов. Применение материала делает возможным обеспечение идеального электрического контакта. Эффект достигается за счет устранения возможности образования гальванической пары, вызывающей электрохимическую коррозию. Долговечность контакта высокая, потери на нагрев исключены. Отработанная технология предусматривает возможность нанесения медного плакирующего слоя толщиной от 0,2 до 4,0 мм на алюминиевую основу с одной стороны, с обеих сторон, по всей поверхности, на отдельные дискретные участки.

Изготовление при помощи сварки взрывом с последующей прокаткой биметаллических и многослойных композиционных материалов открывает широкие перспективы. Сортамент биметаллических листов и плит, изготавливаемых сваркой взрывом разнообразен (например, максимальные габариты достигают 3000x3000 мм).

УДК 621.771

Разработка комбинированной технологии изготовления рабочих деталей почвообрабатывающей роторной техники

Студенты гр. 104416 Василенко В.Г., Козлов В.В., Дыбчук Н.Н., Жижич В.С.

Научный руководитель – Давидович Л.М.

Белорусский национальный технический университет

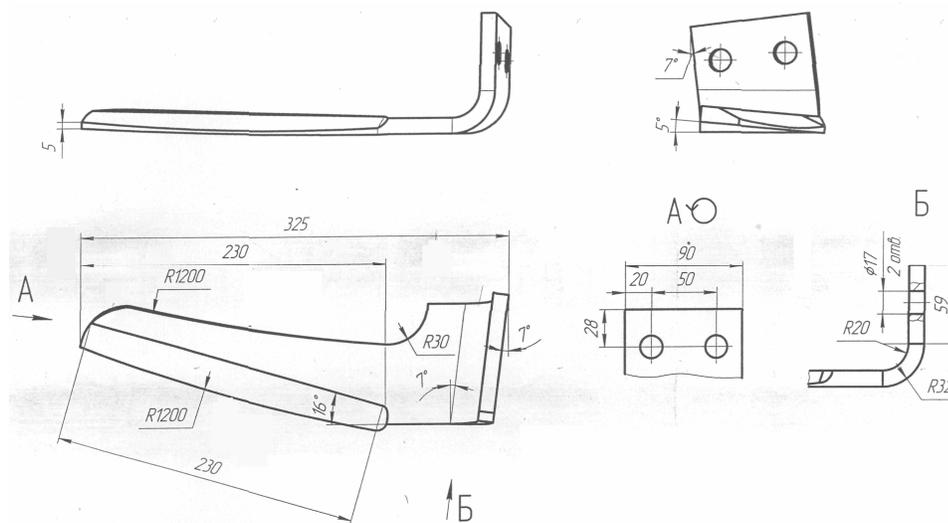
г. Минск

Почвообрабатывающая роторная техника применяется в сельскохозяйственном производстве при бороновании почвы.

Боронование как технологический процесс обработки поверхности почвы производится для рыхления, выравнивания, уничтожения корки, очистки пашни от сорняков, заделки в почву удобрений. В процессе боронования зубья бороны подвергаются быстрому износу и подлежат замене.

В связи с отсутствием производства зубьев роторных борон в республике, задача создания экономичной технологии этих рабочих органов с заданным комплексом механических свойств является весьма актуальной.

Зуб роторной бороны имеет Г-образную конструкцию и состоит из монтажной и рабочей частей (рисунк).



Зуб бороны

Такая конструкция зуба позволяет использовать его с вертикальным и горизонтальным расположением ротора. Однако, из-за высокой энергоемкости роторной бороны с горизонтальным расположением ротора, наиболее часто применяются машины с вертикальным расположением роторов. Такое оборудование выпускается различными иностранными фирмами "Rabe", "Lemken", "Amazon" и др.

Зубья роторных борон работают в условиях высоких ударных нагрузок и испытывают значительные изгибающие напряжения из-за консольного расположения рабочей части зуба. Поэтому требования к качеству этого изделия определяют выбор технологии и материалов для их изготовления.

При выборе материала для изготовления зуба роторной бороны был проведен анализ химического состава и механических свойств зубьев и других почвообрабатывающих органов различных иностранных производителей. Общим для материалов рабочих органов является сравнительно низкое содержание углерода - 0,3-0,4% и наличие кроме легирующих элементов Mn, Si, большого количества микродобавок Mo, Ti, Cr, Co и других.

Для повышения износостойкости при воздействии ударных нагрузок, т.е. увеличения вязких свойств, содержание углерода невелико – всего лишь 0,247%. В то же время анализ механических характеристик показал, что за счет применения легирующих элементов и микродобавок твердость стали составляет 46-48 HRC. При этом распределение твердости по сечению детали равномерное, т.е. она одинакова как на поверхности, так и в сердцевине изделия. Предел прочности стали составляет $\sigma_B = 1700-1800$ МПа, а ударная вязкость $a_n = 70-80$ Дж/см².

По комплексу механических свойств этим требованиям в наибольшей степени соответствуют стали 30ХГСА. Эта сталь применяется для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости и износостойкости. После ТПО и закалки с 900°С с последующим охлаждением в масле и отпуске при 200°С сталь 30ХГСА имеет предел прочности $\sigma_B = 1960$ МПа и ударную вязкость 60 Дж/см² и способна выдерживать пластические деформации. То есть применение этого материала для изготовления зуба роторной бороны вполне приемлемо.

Технологический процесс обработки зуба бороны

1. Вырезка заготовки исходной формы плазменной резкой листа.
2. Формообразование монтажных конструктивных элементов, например, пазов, отверстий, технологические принципы те же, что и на первой операции.

3. Индукционный нагрев заготовки до температуры 1150-1200°C с применением генераторов ТВЧ различной мощности и частоты в зависимости от размеров заготовки.

4. Продольно-поперечная прокатка.

5. Объемная штамповка монтажной части детали.

6. Термообработка. Охлаждение в закалочной ванне или в спрейерном устройстве сформованной детали при температуре 870-920°C. В зависимости от материала изделия выбирается охлаждающая среда – масло, вода с добавками, водо-воздушная смесь под давлением и др.

7. Высокий отпуск. Интервал температур для отпуска достаточно широк от 200 до 650 °С. Высокий отпуск (650°C) необходим для деталей, работающих с ударными нагрузками для обеспечения наивысшей ударной вязкости. Так для стали 30ХГСА, применяемой для изготовления зуба борона, отпуск при 650 °С обеспечивает твердость HRC 36-38 и ударную вязкость $a_n \approx 1 \text{ МДж/м}^2$. Для сравнения обычная закалка этой стали без деформации с последующим отпуском при температуре 650 °С дает значение HRC 32-34 и $a_n \approx 0,4 \text{ МДж/м}^2$.

Приведенная комбинированная технология в настоящий момент внедряется на предприятиях Республики Беларусь.

УДК 621.762

Механика измельчения твердых порошковых материалов в валковых мельницах

Студент гр.104415 Шегидевич А.А.

Научный руководитель – Гавриленя А.К.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

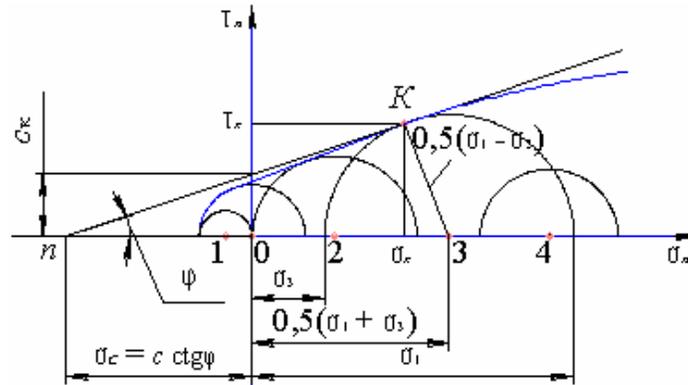
Находящийся между встречно вращающимися валками материал испытывает с ними силовое взаимодействие, определяемое граничными условиями и его физическими свойствами и состоянием.

Различие свойств твердых компактных и порошковых связносыпучих материалов предопределяет отличия условий и механизмов их деформации. Частицы твердых компактных материалов, представляющие в массе порошок, находятся в контактом взаимодействии, определяемым критерием прочности Мора-Кулона – математическим описанием криволинейной огибающей кругов напряжения (рисунок 1):

$$\tau_n = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi + c = (\sigma_n + \sigma_c) \operatorname{tg} \varphi, \quad (1)$$

где τ_n и σ_n – касательное и нормальное напряжения к поверхностям сдвига; φ и c – соответственно угол межчастичного трения и сцепление частиц;

$$\sigma_c = c \operatorname{ctg} \varphi [1,2].$$



0 – чистый сдвиг, $\tau_n = c$; 1 – одноосное растяжение, $\sigma_n = -\sigma_1$;

2 – одноосное сжатие, $\sigma_n = \sigma_1$; 3 – двухосное сжатие;

4 – двухосное сжатие без сдвига

Рисунок 1 – Диаграмма кругов предельного состояния Мора

Увеличение внешней нагрузки сопровождается ростом контактных между частицами напряжений, деформацией частиц и увеличением плотности твердого порошкового материала, описываемым выражением, [3,4]

$$\rho_\sigma = \rho_n + k p^m, \quad (2)$$