

УДК 621.771.25

СБОРНАЯ СТАНИНА СТАНА ПВП (ПРОКАТКА-ВЫСАДКА-ПРЕССОВАНИЕ)

Александр Вадимович Мунтин

студент 5 курса, очная форма

*Российская Федерация, г. Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра
«Оборудование и технологии прокатки»*

Научный руководитель: А.Г. Колесников

доктор технических наук, профессор

В настоящее время актуальным в металлургии является создания машин, осуществляющих комбинированные процессы обработки металлов. Одним из них является процесс прокатки-прессования (далее - прокатка-высадка-прессования или ПВП), где выдавливание изделия через матрицу осуществляется за счёт активных сил трения, подводимых валками.

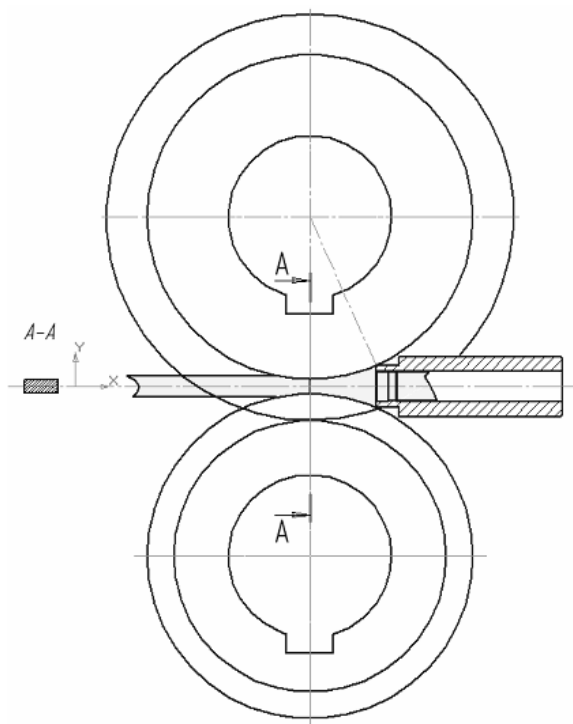


Рис.1 Схема процесса ПВП.

Одно из преимуществ комбинированных процессов – получение больших деформации в очаге. Происходит интенсивное дробление зерна и улучшение свойства металла. Основным направлением является получения выходного прутка с таким же диаметром как и входного, но уже с улучшенной структурой.

В процессе деформирования заготовка обжимается в калибре. На следующем этапе металл начинает упираться в матрицу (до определённого момента отверстие в ней закрыто технологической пробкой) и заполнять пространство между валками и матрицей – высадка. В определённый момент пробка удаляется и происходит прессование.

На каждом из участков (прокатка, высадка, прессование) металл подвергается деформации.

Для расчёта деформации воспользуемся методом соответственной полосы.

1. Обжатие в валках:

а) Заготовка – пруток $d = 9 \text{ мм}$:

Отношение высоты к ширине $a = \frac{h}{b} = 1$

Площадь сечения $w = \frac{\pi d^2}{4} \approx 64 \text{ мм}^2$

Соотношение высоты и ширины соответственной полосы также равно 1, значит это квадрат со стороной $h_c = b_c = \sqrt{64} = 8 \text{ мм}$

б) Сечение в калибре:

Отношение габаритных размеров сечения $a_1 = \frac{18}{6} = 3$

$$b_{1c} = b_{0c} + \Delta b_c$$

$$h_{1c} = h_{0c} - \Delta h_c$$

$$a_1 = \frac{b_{0c} + \Delta b_c}{h_{0c} + \Delta h_c}$$

$$\Delta h_c = \frac{a_1 h_{0c} - \Delta b_{0c}}{a_1 + \frac{\Delta b_c}{\Delta h_c}}$$

$$\frac{\Delta b_c}{\Delta h_c} = k_i \frac{\Delta b}{\Delta h}$$

k_i - поправочный коэффициент уширения.

Возьмём его равным 0.84, т.к. калибр наиболее похож на овал.

Отсюда высота соответственной полосы получается:

$$h_{1c} \approx 4 \text{ мм}$$

Таким образом можно сосчитать истинную деформацию полосы по высоте:

$$\ln \frac{h_{0c}}{h_{1c}} = \ln \frac{8}{4} \approx 0.7$$

2. Процесс высадки:

а) Начальное сечение известно – сечение в калибре.

б) Конечное сечение возьмём исходя из размеров матрицы и приведём его к эквивалентному прямоугольному. Получим прямоугольник с высотой $h_{2c} = 17\text{мм}$.

Считаем истинную деформацию полосы по высоте:

$$\ln \frac{h_{2c}}{h_{1c}} = \ln \frac{17}{4} \approx 1,45$$

3. Процесс прессования:

Здесь известны высоты как начального так и конечного сечения, переходим сразу к подсчёту деформации:

$$\ln \frac{h_{2c}}{h_{0c}} = \ln \frac{17}{8} \approx 0,75$$

Т.к. деформации логарифмические, можно их просто сложить:
 $0,7+1,45+0,75=2,9$.

Для наглядности предлагаю оценить возможность получения такой суммарной деформации обычной прокаткой.

Исходя из величины деформации равной 2.9 можно утверждать, что высота соответственной полосы при прокатке должна быть на входе в $e^{2,9}$ раз больше, чем на выходе, т.е.

$$h_{0c} = 8 \cdot e^{2,9} \approx 8 \cdot 18 = 144\text{мм}.$$

Отсюда мы можем определить диаметр прутка:

$$h_{0c}^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$
$$d = \frac{2}{\sqrt{\pi}} h_{0c} = 163\text{мм}$$

Т.е. чтобы получить такую же суммарную деформацию необходимо взять прутки почти в 20 раз больше. Кроме того придётся ставить не одну клеть.

Для осуществления комбинированного процесса ПВП было разработано специальное приспособление для деформирования прутка, монтирующееся на стан Дуо-160, который расположен в лаборатории Кафедры МТ-10 МГТУ им.Баумана.

Трёхмерная модель стана с приспособлением показана на рис.2. Приспособление(1), состоящее из матрицы и нажимного винта, крепится к станине посредством двух плит(2) и стяжек(3).

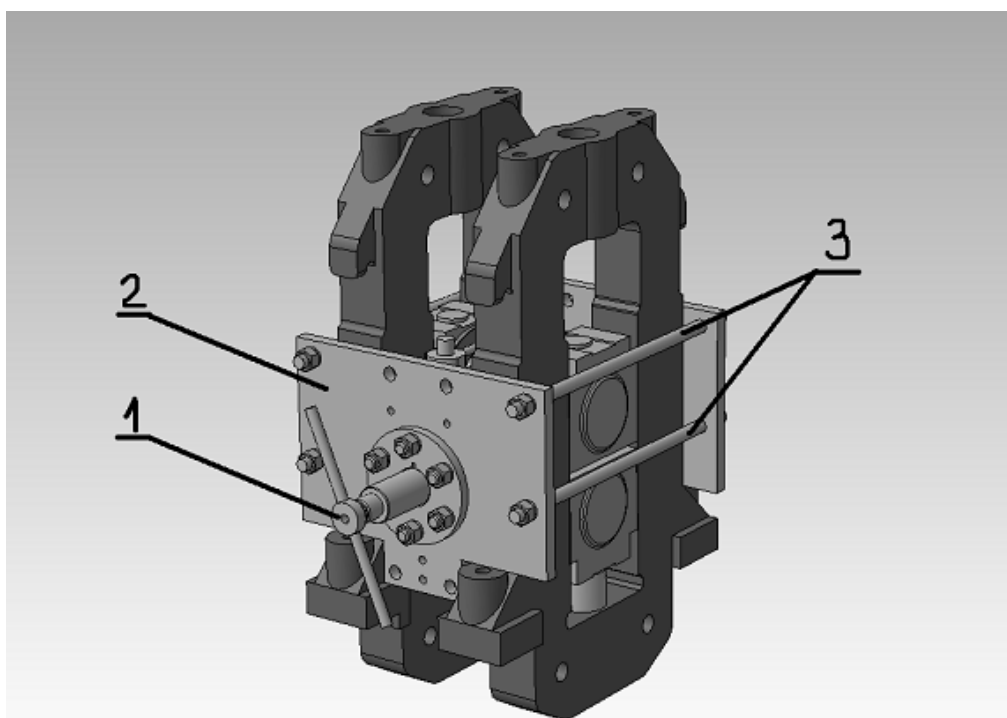


Рис.2 Приспособление ПВП, смонтированное на стане ДУО-160

На базе этой установки были выполнены экспериментальные и теоретические исследования. Выявленные достоинства и недостатки конструкции были использованы для разработки совершенно нового стана, предназначенного специально для осуществления процесса ПВП.

Главным недостатком в конструкции на основе Дуо-160 являлась недостаточная жёсткость. На фотографии, сделанной в ходе процесса чётко виден металл, который выдавливается через зазоры между матрицей и валком (обозначено «А» на рис.2). Причиной тому были стяжки Б, в которых упругие деформации превышали допустимы значения на растяжение.

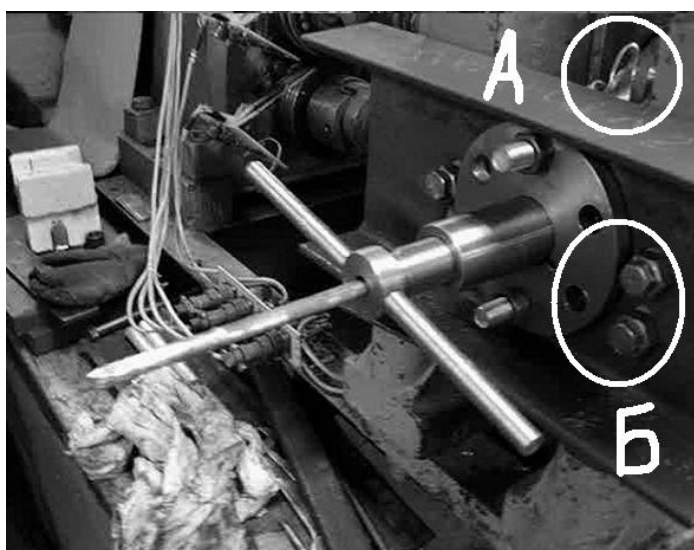


Рис.3. Фото процесса ПВП

Было принято решение обратить особое внимание на создание жёсткой станины, способной принимать на себя как давление от прокатки, так и силы, возникающие при прессовании.

На смену ненадёжной конструкции с плитами и стяжками пришёл массивный элемент, который плотно садиться в проёмы, образованные упорами на лапах станины. Такие упоры предусмотрены с обеих сторон, чтобы обеспечить возможность проведения процесса в обоих направлениях. Кроме того, для уменьшения опрокидывающего момента, станина была «утоплена» вниз, и лапы для крепления получились практически на оси прокатки.

Но самым важным шагом к улучшению конструкции стал вариант сборной станины из листов. Такая конструкция имеет ряд неоспоримых преимуществ.

Во-первых, простота в изготовлении. Процесс получения детали из листа легко может быть воспроизведён на любом заводе, имеющем станки лазерной, водяной резки или резки автогеном, а сборка осуществляться на сборочном или сварочном участках. В то время как изготовление литьём является более трудоёмким и затратным способом.

Во-вторых, большая жёсткость. Как известно, способ получения деталей литьём является не самым лучшим в отношении качества металла, его свойств. Крупное зерно, неравномерность его размера по всему объёму металла, разнообразные дефекты – серьёзные недостатки. Прокатанный лист, в свою очередь, от таких минусов избавлен. Безусловно, неравномерность присутствует и в листе. И для уравнивания свойств по всей толщине необходимо взять несколько листов, набрав из них нужную толщину. Каждая половина, в данном случае, состоит из 4 стальных листов, каждый по 20 мм толщиной. Общая толщина – 80 мм. Трёхмерное изображение половины станины показано на рис.3.

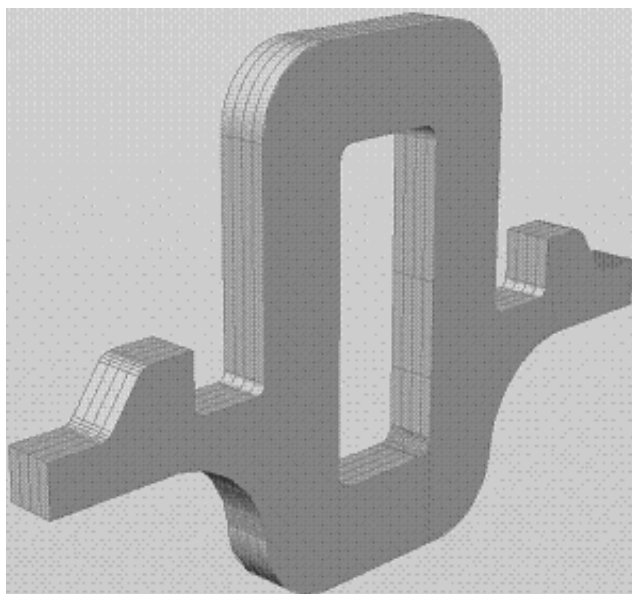


Рис.4. Половинка сборной станины

Проект станины, набранной из листов, для прокатных агрегатов является очень необычным решением. Но в то же время, сборные станины давно и успешно применяются при создании, например, газостатов.

Использованная литература:

1. В.С.Смирнов «Теория прокатки», 1955
2. В.Д.Мягков «Краткий справочник конструктора»,
Машиностроение 1975
3. Д.Я.Гуревич «Справочник прокатчика», Металлургия 1967
4. Р.И. Галиев «Разработка и исследование процесса совмещённой прокатки-прессования с целью повышения эффективности производства длинномерных пресс-изделий из алюминиевых сплавов» Красноярск, 2004