

Міністерство освіти і науки України

Донбаська державна машинобудівна академія

Л.Л.Роганов

**СУЧАСНЕ КОВАЛЬСЬКО-ПРЕСОВЕ
ОБЛАДНАННЯ**

**Навчальний посібник
для студентів спеціальностей 7.090206, 7.090204**

Частина 1

Затверджено
на засіданні вченої ради
Протокол № 7 від 28.02.2008

КРАМАТОРСЬК 2008

УДК 621.73.06-82

ББК 34. 623

Р 59

Рецензенти:

Кухтик Т.В., д-р техн. наук, професор, ректор ДІТМ МНТУ;

Грачов І.А., канд. техн. наук, начальник бюро ОГМет ЗАО НКМЗ

Роганов, Л.Л.

Р 59 Сучасне ковальсько-пресове обладнання: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090206, 7.090404. – Краматорськ: ДДМА, 2008.– Ч.1. – 56с.

ISBN 978-966-379-236-1

Навчальний посібник містить короткі теоретичні відомості про сучасне ковальсько-пресове обладнання комбінованої дії. Обґрунтовано ефективність комбінованої дії на основних технологічних операціях обробки тиском. Показано проблеми створення ковальських машин великої потужності. Показано існуючі розробки установок для сферорухомого штампування. Розглянуто перспективні конструкції прес-молотів, установок для листового штампування еластичним середовищем.

УДК 621.73.06-82

ББК 34. 623

ISBN 978-966-379-236-1

© Роганов Л.Л.

© ДДМА, 2008

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Обґрунтування ефективності комбінованого впливу на заготовку в процесах ОМТ	5
1.1 Об'ємне штампування	9
1.2 Гнуття.....	10
1.3 Пресування, видавлювання, прошивання	11
1.4 Розділові операції	11
1.5 Карбування, калібрування	12
1.6 Листове штампування	12
1.7 Компактування порошків, брикетування стружки	13
2 Проблеми створення машин ударної дії великої потужності	13
3 Установки для сферорухливого штампування	17
3.1 Штампування обкатуванням	17
3.2 Перспективні машини ударної і комбінованої дії з гідروпружними клиношарнірними приводами	41
3.3 Конструкції прес-молотів на базі серійних гідропресів	43
3.4 Перспективні конструкції прес-молотів.....	45
3.5 Установки для листового штампування еластичним середовищем....	47
Список використаних джерел.....	55

ВСТУП

Час, у який ми живемо, – епоха змін, що обумовлена переходом від адміністративно-командної системи до системи ринкових відносин. Даний перехід характеризується радикальною перебудовою виробничо-економічних відносин. Особливе значення дана проблема має на рівні промислових підприємств, від успішної роботи яких залежить добробут країни в цілому. Ринкові відносини породили цілий клас дрібних і середніх промислових підприємств, що активно беруть участь у господарській діяльності. Наша держава приділяє серйозну увагу розвитку малого і середнього бізнесу, тому що від рівня розвитку даної структури в економіці суспільства багато в чому залежить його стабільність. Розвиток багатьох підприємств, особливо дрібних і середніх, стримує той фактор, що, незважаючи на потребу, вони не в змозі забезпечити себе необхідним промисловим обладнанням. Одне з рішень цієї проблеми складається з розробки нових ковальсько-пресових машин і розширенні можливостей базового обладнання за рахунок застосування додаткових пристроїв, де це можливо. Природно, що витрати на проектування, виготовлення й установку на базове обладнання додаткових пристроїв повинні бути в багато разів менше, ніж економічний ефект від їхнього впровадження.

Ковальсько-пресові машини відносяться до найбільш розповсюдженого виду ковальсько-пресового обладнання (КПУ), призначеного для одержання деталей і заготовок методами обробки матеріалів тиском. Кривошипні машини використовуються для операцій листового штампування з листових матеріалів, об'ємного штампування із сортового металу і металевих порошків, оброблення і розрізки матеріалів.

Розвиток науково-технічного прогресу, нові умови господарювання ставлять задачу пошуку найбільш ефективного і раціонального рішення виникаючих на цьому шляху проблем. Для встановлення шляхів розвитку ковальсько-пресового машинобудування А.И.Зимінім запропоновані шість принципових положень/1/:

- 1) сполучення і концентрація дій енергій за принципом максимальної енергоємності машин;
- 2) скорочення довжини кінематичних ланцюгів у машинах;
- 3) мінімальна зміна роду руху робочих частин машин;

- 4) усунення вагового баласту в машинах;
- 5) усунення енергетичного баласту в машинах;
- 6) регульованість машин на принципі щільних циклових діаграм.

Реалізація даних положень сприяє забезпеченню ковальсько-штампувального виробництва високопродуктивними, високотехнологічними ковальсько-пресовими машинами.

У КПУ широко використовують допоміжні механізми, що у залежності від функціонального призначення підрозділяють на три великі групи: розширювальні технологічні можливості обладнання, що підвищують експлуатаційну надійність обладнання і поліпшуючих умов праці, що полегшують налагодження машин і штампового інструменту.

Аналіз застосовуваних допоміжних пристроїв у КПУ показує, що в даний час відсутні додаткові пристрої, які б дозволяли одержувати на КПУ зусилля вище номінальних, а також використовувати КПУ для нетипових для нього операцій.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВПЛИВУ НА ЗАГОТОВКУ В ПРОЦЕСАХ ОМТ

Розглянемо основні технологічні процеси ОМТ з урахуванням характеру зміни зусилля у залежності від руху робочого інструмента при деформуванні.

Найбільш розповсюдженою є система розподілу основних технологічних процесів ОМТ на шість груп, що зведені до таблиці 1.1.

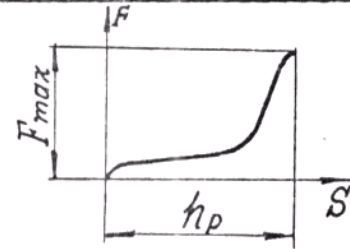
Ковальсько-пресові машини роблять два принципово різних види навантаження заготовки - натисканням і ударом.

Натисканням діють преси (гідравлічні, механічні).

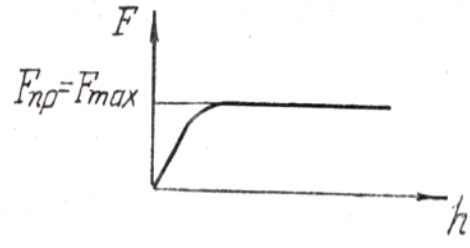
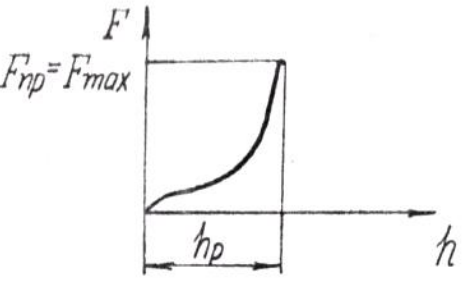
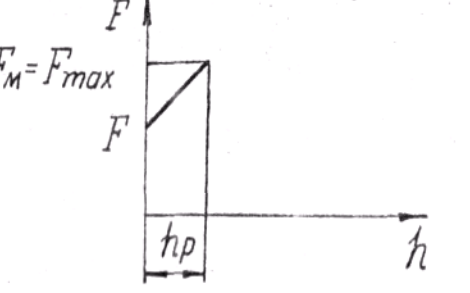
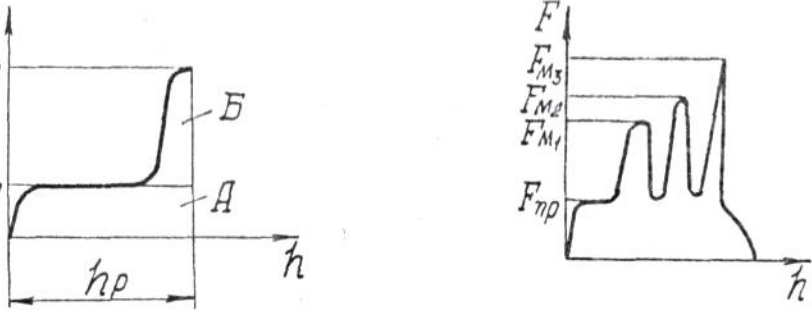
Ударом діють молоти і гвинтові молоти (преси), однак їхній "удар відрізняється від удару молотів" /1/.

Типові графіки зусиль різних ковальсько-пресових машин подані в таблиці 1.2. Ці графіки зусиль побудовані без обліку виконуваної технічної операції.

Таблиця 1.1 - Типові зусилля в операціях ОМД

Номер групи	Найменування технологічної операції	Типовий графік зусиль	Заповнення графіка зусилля, %
1	Видавлювання, прошивання, протягання і т.д.		70-80
2	Осаду, протягання		60-70
3	Об'ємне штампування, гнуття, формування, брикетування, пакування		10-25
4	Витяжка листа, штампування листа еластичними середовищами		40-70
5	Вирубка-пробивання, різання заготовок		45-60
6	Карбування, калібрування		35-45

Таблиця 1.2 - Типові графіки зусиль КПУ

Вид машини	Типовий графік зусиль
1 Гідравлічні преси	
2 Механічні (кривошипні) преси	
3 Молоти	
4 Прес-молоти	

Примітка. У таблицях 1.1 та 1.2 застосовуються позначення:

F, h - зусилля, хід;

h_p - робочий хід;

F_{max} - максимальне зусилля;

F_0 - початкове зусилля;

F_{np} - зусилля преса; F_M - зусилля молота.

Порівнюючи графіки зусиль технологічних операцій (див. табл.1.2) і ковальсько-пресових машин (див. табл.1.1), можна зробити оцінку відповідності обладнання характерові виконуваної технологічної операції. Гідравлічні преси доцільно застосовувати при виконанні операцій першої і четвертої груп з великим ходом, плавними коливаннями навантаження, великим коефіцієнтом заповнення графіка зусиль. До таких операцій відносяться: витяжка листового матеріалу, пресування, видавлювання. Кривошипні преси за характером зусиль, що розвиваються, більше підходять до технологічних операцій п'ятої і шостої груп з порівняно невеликим ходом і різким підвищенням зусилля до кінця робочого ходу. Це операції об'ємного штампування, гнуття.

Молоти доцільно застосовувати в операціях з коротким робочим ходом, різким підвищенням і спадом робочого зусилля, що характерно для операцій другої і третьої групи: вирубування-пробивання, прошивання, різання заготовок, карбування, калібрування.

Вибір пресового обладнання роблять так, щоб максимальне зусилля операції відповідало номінальному зусиллю преса, у механічних пресах враховується енергія маховика.

Молотове обладнання вибирають за необхідною енергією деформування і максимальному зусиллю удару, що залежить від твердості системи молота і заготовки, що співударяються [3]. Зусилля, що розвиваються на молотах, можуть бути дуже великими і тому з метою економії енергії, а частіше через відсутність пресів з необхідними номінальними зусиллями техпроцеси розбивають на операції. Наприклад, в операціях об'ємного штампування набір металу в штампі ведуть на порівняно великому ході на пресі, зусилля якого в 3-7 разів менше максимального зусилля остаточного штампування. При наборі металу переміщається великий об'єм матеріалу заготовки, проводиться заповнення великих порожнин штампа. Потім заготовка передається на молот, де виробляється її ударне деформування при малому робочому ході, невеликому зміщеному об'єму, оскільки потрібне заповнення вузьких, складних, малих за об'ємом порожнин штампа при великих зусиллях. Чим менше величина ходу деформування, тим більше зусилля розвиває молот і тем активніше заповнюється складний рельєф штампа.

Така ж послідовність операцій доцільна для операцій гнуття, компактування порошкових матеріалів. Складністю таких технологічних операцій є: необхідність їхнього проведення на двох видах обладнання, що збільшує виробничі площі, які потрібні, витрати на експлуатацію, потрібний додатковий час на транспортування заготовки за допомогою додаткових транспортних пристроїв, знижується продуктивність, у деяких випадках потрібен додатковий підігрів заготовки і, як наслідок, підвищується собівартість виробу.

Наведений аналіз показує, що багато розповсюджених технологічних операцій ОМТ раціонально проводити комбінованим впливом на заготовку статичними і динамічними навантаженнями. Розглянемо докладніше ці технологічні операції ОМТ.

1.1 Об'ємне штампування

Застосовується для обробки матеріалів у холодному і гарячому стані у відкритих і закритих штампах. Містить у собі елементи осадження, прошивання, видавлювання, карбування. У процесі штампування розрізняють три етапи /4/. На першому етапі заготовка деформується осіданням до зіткнення з бічними стінками порожнини штампа. На другому етапі відбувається заповнення порожнини штампа при бічному підпорі з боку стінок штампа, переважають елементи видавлювання, пресування, прошивання. На третьому етапі відбувається доштампування-витиснення надлишків металу в завусенець (при відкритому штампуванні), у вузькі щілини, кути штампа (при закритому штампуванні). На цьому етапі переважають елементи пресування, карбування, калібрування.

Відповідно до характеру операції доцільно виконати перші два етапи натискань, наприклад, гідравлічним пресом, а третій етап виконати додатком ударного навантаження. Зусилля гідропреса на перших двох етапах об'ємного штампування менше максимального зусилля, необхідного для повної заданої деформації заготовки, але хід деформування може бути значним через великий переміщуваний об'єм заготовки. Це найбільш сприятливий режим роботи гідропреса. На останньому етапі величина переміщуваних об'ємів матеріалу заготовки невелика, зусилля різке зростає - сприятливий режим для ударного навантаження. Протікання ударного ета-

пу об'ємного штампування можливо по трьох варіантах:

1 Натискне зусилля знімається і після паузи наноситься удар. Такий режим доцільний при гарячому штампуванні, коли під час паузи відбувається розщільнення частково відштампованої заготовки, що дозволяє в процесі удару одержати при цій же енергії велику деформацію матеріалу.

2 Зняття натискного зусилля відбувається в процесі розгону ударного інструмента, що деформує заготовку в процесі зняття натискного зусилля або відразу ж після його зникнення. Така схема навантаження дозволяє знизити контактне тертя, підвищити ефективність дії інерційних сил під час етапу удару, у деяких випадках використовувати ефект Баушингера для зменшення зусиль деформування.

3 Удар по заготовки виробляється без зняття натискного зусилля після того, як сповільниться або припиниться рух траверси преса. У заготовки діють напруги від натискного зусилля, до них додаються напруги від ударного навантаження, що забезпечує великий ступінь деформації, підвищення пластичності матеріалу за рахунок створення переважної схеми всебічного стиску.

1.2 Гнуття

Операція, широко застосовувана в об'ємному і листовому штампуванні з матеріалом у холодному і нагрітому стані, дуже часто в сполученні з іншими технологічними операціями, містить у собі елементи витяжки, а також карбування і калібрування.

Спосіб гнуття і визначає графік зусиль. Однак усі вони припускають наявність наприкінці ходу різкого підвищення зусилля, викликуваного необхідністю калібрування деталі з метою зменшення її пружності після зняття навантаження (див. табл. 1.1). Багато способів гнуття деталей вимагають застосування притисків. За характером навантаження гнуття відноситься до операцій ОМТ, що доцільно виконувати з дією натискного (статичного) і ударного (динамічного) навантажень. Натискне зусилля забезпечує притиск заготовки, а також її деформування відповідно до заданих розмірів. Ударне навантаження забезпечує карбування, калібрування заготовки з остаточним оформленням геометрії і зниженням пружності виробу. Статико-динамічне навантаження дозволяє комбінувати операцію

гнуття з іншими операціями листового штампування.

1.3 Пресування, видавлювання, прошивання

Типовий графік зусиль для цих операцій (див. табл. 1.2) показує, що максимальне зусилля виникає на початку процесу, а при видавлюванні - і наприкінці процесу. Для операцій пресування, прошивання доцільно прикласти до заготовки натискну (статичну) навантаження, рівень якого достатній для стабільного протікання процесу, але не достатній для його початку. На початку процесу натискне зусилля забезпечить підпресовку заготовки, заповнення порожнини штампа або контейнера. Процес пресування або прошивання почнеться після додатка до заготовки додаткового ударного навантаження. При проведенні видавлювання ударне навантаження повинне прикладатися до заготовки при уповільненні або припиненні процесу деформації під дією натискного навантаження на будь-якому етапі процесу.

Така комбінація навантаження заготовки дозволяє вести процес деформації при більш низьких натискних навантаженнях, знижує потрібне зусилля пресового обладнання, підвищує ККД процесу і якість одержуваного виробу.

1.4 Розділові операції

Операції ОМТ, зв'язані з поділом матеріалу заготовки, є найбільш розповсюдженими в машинобудуванні. Типовий графік зусиль вирубки-пробивання листа, різання заготовок різного перетину (див. табл. 1.2) показує, що зусилля цих операцій досягає максимуму на короткому ході, а потім різко падає. Такий графік характерний для ударного додатка навантаження і може бути реалізований на молотах (див. табл. 1.2).

Підвищення якості розділових операцій можливо при застосуванні великого зусилля притиску заготовки, створенні в зоні поділу матеріалу схеми об'ємного стиску поділюваного матеріалу, осьового стиску заготовки, при нанесенні концентратора напруг у площині поділу і т.п. /5/. Ці додаткові технологічні операції, що передують процес ударного поділу матеріалу, доцільно проводити натискним (статичним) навантаженням заготовки. Підвищення продуктивності розділових операцій і якості заготовок мож-

ливо за рахунок проведення комбінації цих операцій на одному устаткуванні.

1.5 Карбування, калібрування

Відносяться до самостійних фінішних процесів ОМТ, а також є заключною частиною інших технологічних операцій. Типовий графік зусиль цих операцій (див. табл. 1.2) показує, що їх доцільніше виконувати на устаткуванні ударної дії. Однак ці операції найчастіше виконуються на кривошипних колінно-підоймових, карбувальних або гвинтових пресах, що приводить до зниження економічності технологічного процесу, його ККД.

При виконанні карбування і калібрування на прес-молотовому устаткуванні комбінованої дії часткова деформація матеріалу проводиться статичним зусиллям (забезпечується вибірка зазорів в устаткуванні й інструменті). Наступне ударне навантаження відбувається з більш високим ККД.

1.6 Листове штампування

Включає цілу гаму операцій: витягування, формування, гнуття, вирубка-пробивання, видавлювання. Доцільність застосування статико-динамічного навантаження для цих операцій частково розглядалася вище і повинна визначатися в кожному конкретному випадку відповідно до необхідного графіка операційних зусиль. Однак в операціях листового штампування з застосуванням еластичних середовищ статико-динамічний метод навантаження листової заготовки найбільш раціональний. При статичному навантаженні заготовки еластичним середовищем забезпечуються операції витяжки, часткового формування, гнуття. При динамічному навантаженні еластичним середовищем відбуваються частини операцій листового штампування, що вимагають великого навантаження на малому ході: вирубка - пробивання, отбортівка, остаточна формування, карбування, калібрування. Процес статико-динамічного штампування еластичним середовищем дозволить об'єднати і сполучити операції листового штампування, що може знизити кількість переходів, підвищити продуктивність праці і якість заготовок.

1.7 Компактування порошків, брикетування стружки

За графіками зусиль ці операції дуже близькі операціям об'ємного штампування і гнуття (див. табл. 1.2), і їхнє виконання статико-динамічним навантаженням найбільше раціональне. На етапі статичного навантаження відбувається щільне упакування дискретного матеріалу (часток порошку, гранул, стружки), видалення газів з насипного об'єму, часткова деформація матеріалу, зменшення об'єму пор. При наступному динамічному навантаженні відбувається деформування часток матеріалу на площадках контакту, подальше зменшення пористості. На контактних зонах можливі сдвиги деформації, виділення великої кількості тепла, що сприяє зняттю окисних плівок і взаємопроникненню матеріалу часток один до одного. Ефективність процесу статико-динамічного навантаження дискретних матеріалів залежить від форми виробу, відносини його висоти до діаметра, наявності й інтенсивності сдвигової деформації.

2 ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ МАШИН УДАРНОЇ ДІЇ ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Підвищення енергії удару машин для процесів ОМТ дозволить обробляти великогабаритні заготовки для відповідальних деталей. Однак перед творцями могутніх молотів стоять серйозні проблеми, головні з яких - проблема приводу і проблема стійкості базових деталей молотів.

Як привід могутніх молотів у даний час застосовуються пневматичний і газовибуховий приводи.

Фірма *Veche* (ФРН) випускає бесшаботні молоти, що працюють на стисненому повітрі тиском до 1,2 МПа з енергією удару від 500 до 1000 кДж /6/.

У США планується створювати молот, еквівалентний пресові зусиллям 200 МН /241/. Енергія удару такого молота повинна складати близько 8000 кДж.

Фірма *Weingarten* випускає для гарячого об'ємного штампування високошвидкісний молот з енергією удару до 550 кДж /6/. Найбільша швид-

кість баб – 20 м/с. Молот працює на стиснутому газі (азоті), що перед ударом стискується гідросистемою до 16 МПа /6/.

На заводі фірми *Alcoa* (США) установлений високошвидкісний молот *Дунарас 2045* з енергією удару 760 кДж /6/.

На пневматичному приводі працює самий могутній у країні й один з найбільших у світі бесшаботний молот з енергією удару 1500 кДж. Молот робить штампування великогабаритних деталей зі звичайних і легованих сталей, забезпечуючи економію металу, зниження трудомісткості наступної механообробки.

Молот з енергією удару 1500 кДж еквівалентний гідравлічному пресові з зусиллям 600000 кН. Маса молота - 1200 т, маса еквівалентного йому гідравлічного преса - до 15000 т. Молот насичується стисненим повітрям тиском 1,1 МПа. Самі могутні шаботні пароповітряні молоти випускає Новокраматорський машинобудівний завод (НКМЗ). Маса падаючих частин (м.п.ч.) цих молотів 16 і 25 т.

Молоти живляться стисненим повітрям або водяною парою при тиску 0,8...1 МПа.

Пароповітряний привід молотів великої потужності практично вичерпав свої можливості. Наприклад, для бесшаботного молота з енергією удару 1500 кДж потрібен робочий циліндр діаметром поршня 1800 мм і діаметром штока 1500 мм. Поршні і штоки таких перетинів виконуються як частина баби, що ускладнює її форму, призводить до нетехнологічної конструкції з тривалим циклом виготовлення й обмеженим терміном служби.

Тому подальше істотне підвищення потужності молотів можливо при переході на інший вид приводу - гідравлічний або гідропружний.

Гідравлічний привід молотів за рахунок використання тиску рідини до 32 МПа дозволяє зменшити перетину робочих циліндрів, що підводять трубопроводів і керуючих золотників або клапанів. Привід молотів може здійснюватися від індивідуального гідроприводу або від насосно-аккумуляторної станції (НАС), застосовуваної для групового живлення гідропресів.

У ДДМА у минулому проведені дослідження моделі шаботного молота з гідроприводом і розроблені проекти шаботних молотів з м.п.ч. 16 і 25 т з гідравлічним приводом. Упровадження подібного приводу вимагає розробки і централізованого виготовлення насосів і апаратури з тиском 32...64

МПа і витратою 200...400 дм³/хв. Доцільне застосування непальних робочих рідин, зокрема водомасляних емульсій. Принципові проблеми таких насосів і гідроапаратури уже вирішені /7/. Для бесшаботних молотів великої потужності доцільний гідравлічний привід від типової НАС з тиском 32 МПа. Бажане створення НАС, розрахованої на тиск до 64 МПа. Застосування більш високого тиску можливо за рахунок розробки мультиплікаторного приводу, що знаходить застосування в могутніх гідропресах /6,7/.

Важливою проблемою є стійкість базових деталей і штампів могутніх молотів. Одним зі шляхів підвищення стійкості штампів, бабів, штоків і т.д. є зниження швидкості співударяння рухливих частин. Оскільки імпульс сили при цьому повинний залишитися незмінним, то варто підвищувати масу частин молота, що співударяються. У даний час на бесшаботном молоті з енергією удару 1500 КДж дві баби по 150 т співударяються при швидкості 3 м/с. Стійкість баби, що має просту призматичну форму, досить висока. Можна припустити збільшення маси баб, що співударяються до 200...300 т при швидкостях удару до 4 м/с.

Застосування особливо міцних матеріалів для виготовлення бабів могутніх молотів дозволить знизити масу баб, що співударяються за рахунок підвищення швидкості співударяння до 20 м/с. Під керівництвом автора розроблений проект бесшаботного молота з масою бабів по 90 т, швидкістю перед ударом до 20 м/с і енергією удару 3000 кДж.

Порівняємо важкі ковальсько-пресові машини по потужності, що розвивається ними у процесі деформування. Величина потужності, що розвивається, залежить від зусилля і швидкості деформування, що, у свою чергу, залежать від характеру виконуваної операції й опору деформуванню. І зусилля, і швидкість інструмента в операції деформування не є постійними величинами. Для орієнтованого розрахунку потужності процесу деформування різних ковальсько-пресових машин виберемо з кожного класу машин представників з найбільшими зусиллями або енергіями удару. Швидкість деформування для розрахунку візьмемо середній, рівну половині максимальної. Розрахунок потужності процесу деформування ведемо за формулою

$$P = FV/1000 .$$

Середня потужність процесу деформування різних типів важких ковальсько-пресових машин подана в таблиці 2.1. При розрахунку не врахову-

валося розсіювання енергії на деформацію штампів, машини, усреднялися значення швидкості і ходу деформування.

Таблиця 2.1 - Середня потужність технологічного процесу важких КПМ

Тип машин		Деформування		
		Середнє зусилля, кН	Середня швидкість, м/с	Потужність, кВт
1	2	3	4	5
1	Кривошипний прес КГШП - 6300	63000	0,05	3150
2	Клиновий прес фірми Еймуко	125000	0,05	7250
3	Гідропрес НКМЗ-ВНІІМетмаш	750000	0,02	15000
4	Гідропрес НКМЗ- ВНІІметмаш	650000	0,05	32500
5	Молот шаботний з м.п.ч. 16 т (НКМЗ)	На ході 0,01 м 61500	7/2	215000
6	Бесшаботний молот 1500 кдж НКМЗ-ВНІІметмаш	На ході 0,01 м	3/2	225000
7	Високошвидкісний молот з енергією 250 кдж (Воронеж)	На ході 0,01м 25000	20/2	250000
8	Машина імпульсного різання СВІТ-100 (ХАІ) з енергією удару 1000 кдж	На ході 0,05 м 20000	20/2	200000
9	Гідропружний бесшаботний молот з енергією удару 30000 кдж (проект ДДМА, Краматорськ)	На ході 0,05 м 1200000	20/2	1200000 0

З таблиці 1.3 видно, що машини ударної дії з великою енергією удару є самими ефективними машинами серед ковальсько-пресових машин за потужністю, що розвивається в процесі деформації.

3 УСТАНОВКИ ДЛЯ СФЕРОРУХЛИВОГО ШТАМПУВАННЯ

3.1 Штампування обкатуванням

Сферорухливе штампування відноситься до методів локальної обробки тиском (МЛОТ). При натисканні інструмент діє на частину поверхні заготовки, деформуючи неї. Одночасно інструмент переміщається, звичайно колом, забезпечуючи за один оборот деформування всієї поверхні заготовки. У такий спосіб обробляються, здебільш, вісесиметричні заготовки. Машини для сферорухливого штампування (штампування обкатуванням) повинні забезпечувати такі режими:

- підведення, натиск і відвід інструмента;
- обкатування інструмента.

Уперше прес для реалізації процесу подібного до штампування обкатуванням запропонований Slick E. E. ще в 1920 році. Пристрій Slick mill, розроблене фірмою Bethlehem Steel, представлено на рис. 14.1.а. При уважному вивченні описаного пристрою стає ясно, що воно відноситься до звичайних розкритих машин і не відповідає установленому на сьогодні поняттю про пристрій для штампування обкатуванням, у якому оброблювана заготовка відносно нерухома. У січні 1960 р. журнал Metal Progress помилково назвав Slick mill машиною для штампування обкатуванням у змісті die roking machine. Ця машина кінематично подібна машині, використаною групою манчестерських дослідників при виконанні експериментів по штампуванню обкатуванням, але замість обертання осі водила пресовач навколо подовжньої осі машини використовується обертання матриці, що істотно видозмінює механізм деформування.

У 60-х роках з'явилися обкатані механізми, схематично показані на рис. 3.1, незалежно і приблизно одночасно розроблені лєнінградськими, київськими й іжевськими дослідниками. Обкатний механізм із так званим водильним пресувачем (рис. 3.1,а), розроблений А.Н.Силичевим і названий їм "сферодвижний пресувач", виявився найбільш прийнятним до установки на прес для штампування обкатуванням.

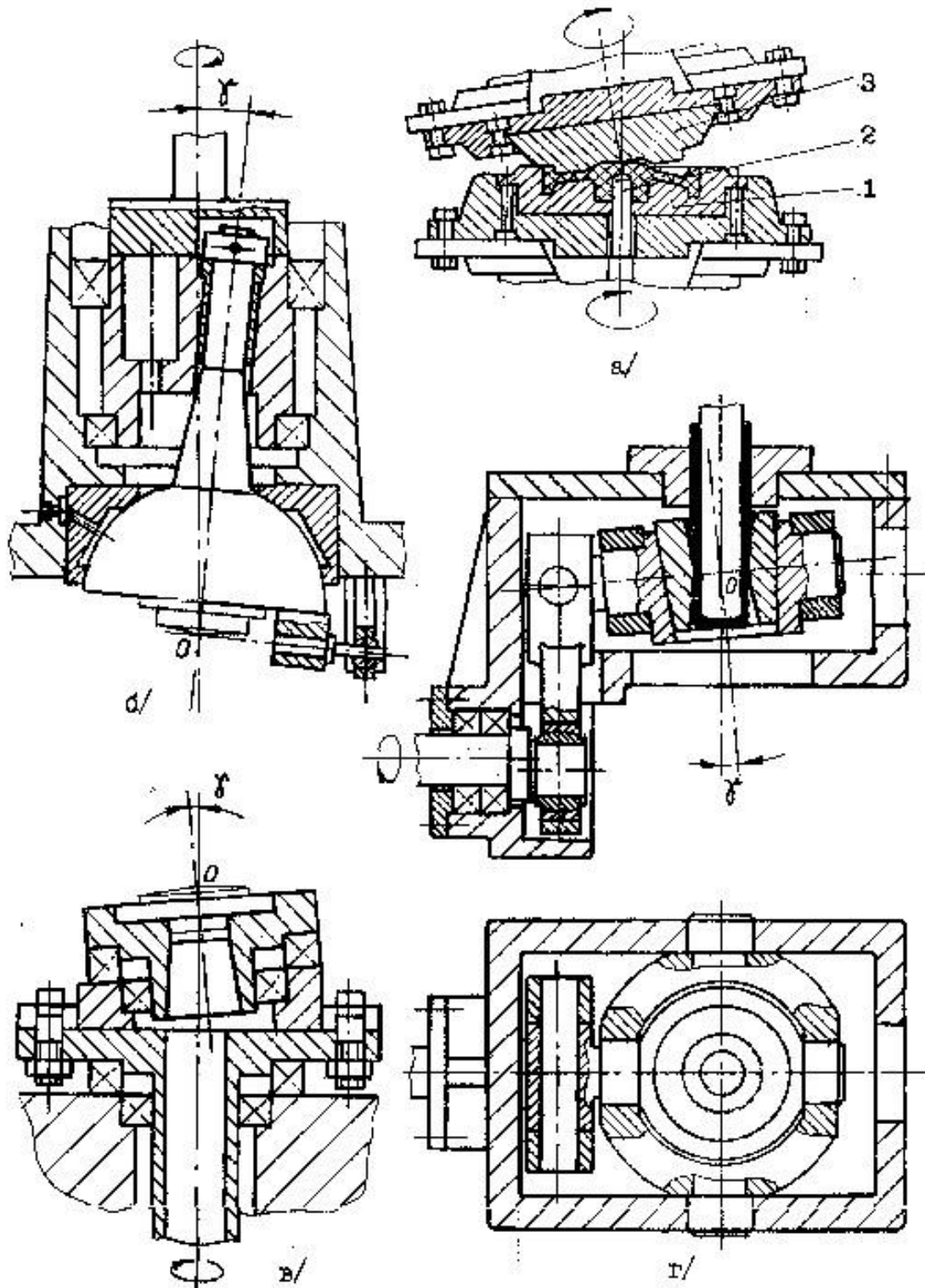


Рисунок 3.1 – Схеми обкатаних механізмів

Механізм, поданий на рис. 3.1,у, менш твердий, але має унікальну можливість регулювання положення центра хитання обкатаного пристрою. Зазначене регулювання забезпечується зсувом обкатаної голівки по фланцю приводного вала.

Особливістю обкатаного механізму іжевських розроблювачів (рис. 3.1,г) є точно фіксоване положення центра хитання активного інструмента. Ця особливість визначає область раціонального використання: витягування з утоненням, редукування, рел'єфоутворення на зовнішній циліндричній поверхні і т.п.

У процесі розвитку ідей, висловлених А.Н.Силічевим [1] наприкінці 60-х років, групою ленінградських дослідників створений сферорухливий прес СП-30, що являє собою комплекс двох паралельно працюючих механізмів, що впливають через верхню половину штампа на заготовку, розміщену в нижній її частині.

Позитивні, що мають практичне значення технологічні ефекти, досягнуті штампуванням обкатуванням ряду типових для електротехнічної промисловості деталей, спонукали ВПТИэлектро разом з Ленінградським механічним інститутом, не чекаючи створення спеціалізованого обладнання, упровадити процес на сферорухливих приставках до традиційних гідропресів, використовуваних у даному випадку в якості осьового навантажувача і несучої конструкції. Одним із прикладів такого підходу є створення в середині 60-х років установки ЛМИ-ВПТИэлектро на базі випуска серійно колонного гідравлічного преса ТАК 2238 зусиллям 6,3 МН.

Успіхи ленінградських дослідників одержали широкий резонанс. У 1964 р. англійською компанією B. & S. Massey ltd був уперше запропонований вертикальний варіант преса для штампування обкатуванням. Привід пристрою, що обкатує, виконувався в двох варіантах. Водило пресувача кріпиться в ексцентриковому розточенні колеса, що обертається через клиноременну передачу. В іншій конструкції масивний ротор обертається через конічну передачу.

У той же час у University of Manchester була створена експериментальна машина, схема якої показана на рисунку 3.2. Напівсферичний пуансонотримач 1 спирається на вкладиш підшипника 2, виготовлений з фосфористої бронзи. Передбачено можливість зміни кута нахилу пуансонотримача в межах $0 \dots 10^0$ за допомогою регулювальних гвинтів 3, установлених у втулці 4 і спираються на втулку 5 зі сферичним підшипником 6, що розташовується на валі 7.

Особливістю цієї машини є можливість осьового обертання пуансо-
нотримача в додаток до обкатування за рахунок приводу від вала 8 через
проміжний вал 9 і універсальні шарніри 10. За твердженням авторів прак-
тичного застосування ця особливість поки не одержала.

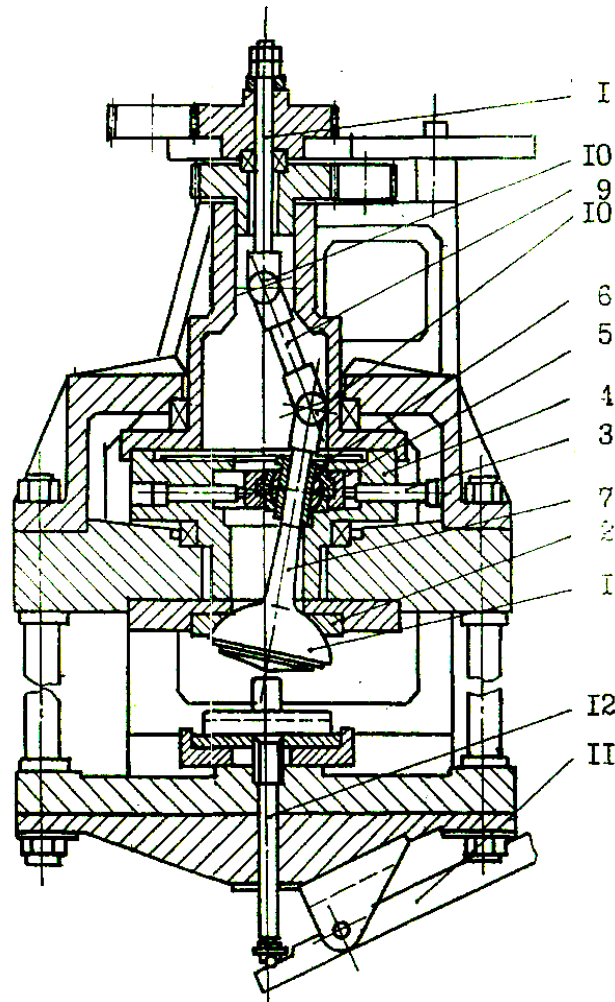


Рисунок 3.2 – Схема штампування фланця

Швидкість обкатування регулюється в межах 0...80 об/мін. Осьове навантаження забезпечується важелем 11, що впливає на центральний робочий шток 12. Осьове зусилля не перевищує 12,4 кН.

Особливий вплив на пресбудування для штампування обкатуванням зробило створення польського преса РХ-100 конструкції З. Марциняка у Варшавському політехнічному інституті. Зусилля осьового навантаження складає 1 МН, що досить для холодного штампування сталевих вісесиметричних деталей діаметром до 80 мм. Особливістю преса, що є відмітною ознакою стосовно сферорухливого преса А.Н.Силичева, є привід водильно-

го пресовача. Хвостовик водила встановлений в сферичному радіальноупорному підшипнику, ексцентрично закріпленому в обертовій утулці, охопленою додатковою ексцентриковою втулкою. Змінюючи частоту і напрямок обертання ексцентрикових утулок, можна забезпечити чотири різних типи траєкторії руху інструмента, що обкатує.

Кут нахилу водила пресовача стосовно вертикальної осі преса складає $0...2^{\circ}$ Малий кут обумовлений призначенням преса для холодного штампування. У цьому випадку важливо і запобігання в пресі осьового обертання, що досягається двома шпонками.

Модернізований прес РХ-100А с рухливою верхньою траверсою розвиває зусилля 1,6 МН, що еквівалентно традиційному пресові зусиллям 10 МН. Частота прецесії збільшена до 180 ед./хв.

У 1972 р. у UMIST була побудована експериментальна машина для штампування обкатуванням зусиллям до 250 кН із регульованим кутом нахилу пресовача в межах $0...80...8^{\circ}$ Схематично механізм обкатування зображений на рис. 3.3. Частота прецесії регулюється у межах 60...30 про/хв. Особливістю машини є вертикальне розташування всіх деталей приводу: електродвигуна, редуктора, фрикційної муфти, пуансонотримача 1 і повзуна. Під час обкатування використані сферичні завзяті підшипники качення 2 і 3, що сприймають осьове навантаження в процесі штампування обкатуванням. Утворення зазорів у підшипниках компенсується тарілчастими пружинами 4.

Привід від електродвигуна здійснюється через вал 5, на одному з кінців якого виконана сферична опорна поверхня, що сполучається зі сферичною поверхнею втулки 6. При переміщенні втулки 6 щодо вала 5 відбувається зміна кута нахилу водила пресовача 1. Осьове обертання пресовача запобігаєтьсявилкою зі стопором. У машині передбачене комплексне регулювання параметрів штампування: зусилля осьового навантаження, кута нахилу активного інструмента, що крутить моменту і швидкості зближення.

Машина для штампування обкатуванням типу UIMST, але більш твердої конструкції, була побудована в Японії Kubo зі співробітниками. Осьове зусилля 70 кН. Пізніше, у 1972 р., Industrial Reserch Nagjya побудований прес зусиллям 250 кН, а в 1972р. – машина зусиллям 1,2 МН, показана на рисунку 3.4.

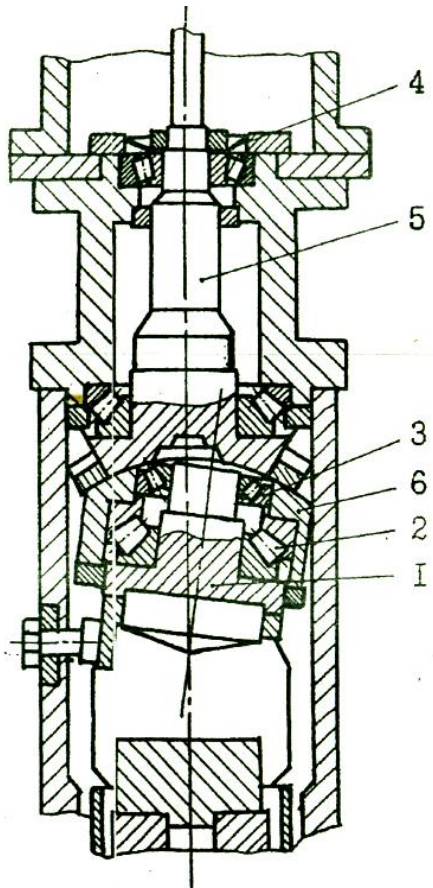


Рисунок 3.3 – Схема осадження заготовки

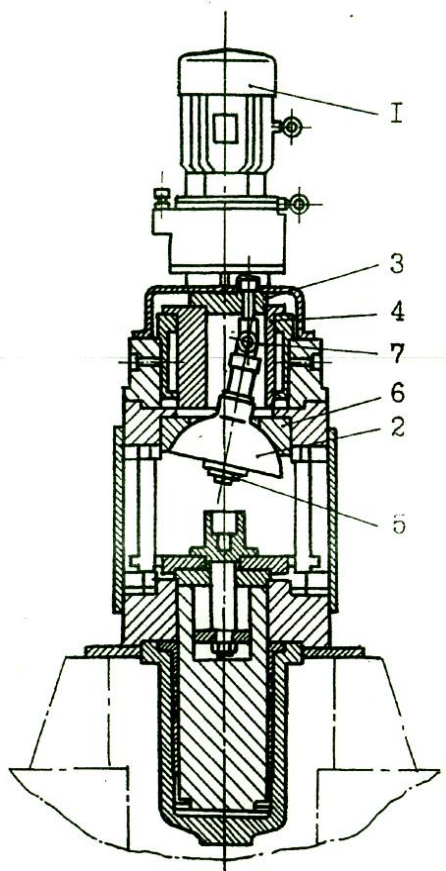


Рисунок 3.4 – Схема роздачі отвору

Електродвигун 1 установлений вертикально над пуансонотримачем 2 і приводить в обертання зубчасте колесо 3, жорстко посаджене на ексцентрикській втулці 4, що при обертанні забезпечує обкатування заготовки пуансоном 5, закріпленим у пуансонотримачі 2. Вал пуансонотримача спирається на напівсферичний підп'ятник 6. Зміна кута нахилу пуансонотримача забезпечується за допомогою регульовального болта, установленного у втулці 4, у межах від 0 до 5° обумовлених шарніром 7. Частота прецесії – 80...160 ед./хв. Хід нижньої опорної плити - 200 мм.

До початку 70-х років намічається два напрями розвитку пресобудування для штампування обкатуванням. Частина фірм пішла шляхом реалізації ідей 3. Марціньяка, спрямованих на удосконалювання обладнання для холодної обробки. Англійська фірма Massey удосконалює машини для гарячого штампування обкатуванням. У 1996 р. Massey розроблений прес, у якому встановлений антифрикційний підшипник тертя, що працює при навантаженні до 700 кН. У 1969 р. фірмою запатентовані дві конструкції підшипників: напівсферичний гідростатичний багатошаровий і конічний гідродинамічний. На пресі штампувалися деталі діаметром до 100 мм при температурі 1200° С.

У 1972 р. цією же фірмою був створений прес типу ROTAFORM, що за можливостями еквівалентний КГШП зусиллям 13...20...20 МН. Кут нахилу водила пресовача складає 4°, частота прецесії 1000 ед./хв, зусилля осьового навантаження - 2 МН. Продуктивність лінії досягає 600 деталей за годину при їхній масі від 0,5 до 4,5 кг. За продуктивністю преси ROTAFORM не уступають КГШП. Підвищена точність штампування, відсутність окалини і завусенців сприяють скороченню об'єму мехобробки [81-83]. Приставки, подібні ленинградським, створені Іжми (Іжевськ, Росія) для використання на базі стандартних гідропресів з нижнім приводом механізму осьового навантаження. В основному використовуються преси мод. ПО53, ПО54, ПО440, ПО443 [32,80].

Спеціалізовані преси PXW-100 і PXW-100А спочатку випускалися підприємством Fabryka Plas Automaticznych у Польщі. У 1973 р. фірма VSI Automation Inc. (СШФ) початку імпортувати станини польських пресів, оснащуючи них за закупленою ліцензією власними штампами і гідростанціями. На тих же умовах почате виготовлення пресів для штампування обкатуванням швейцарською фірмою SCHMID [84].

Конструктивна схема преса РХW-200 показана на рисунку 3.5. Основні параметри наведені в таблиці 3.1.

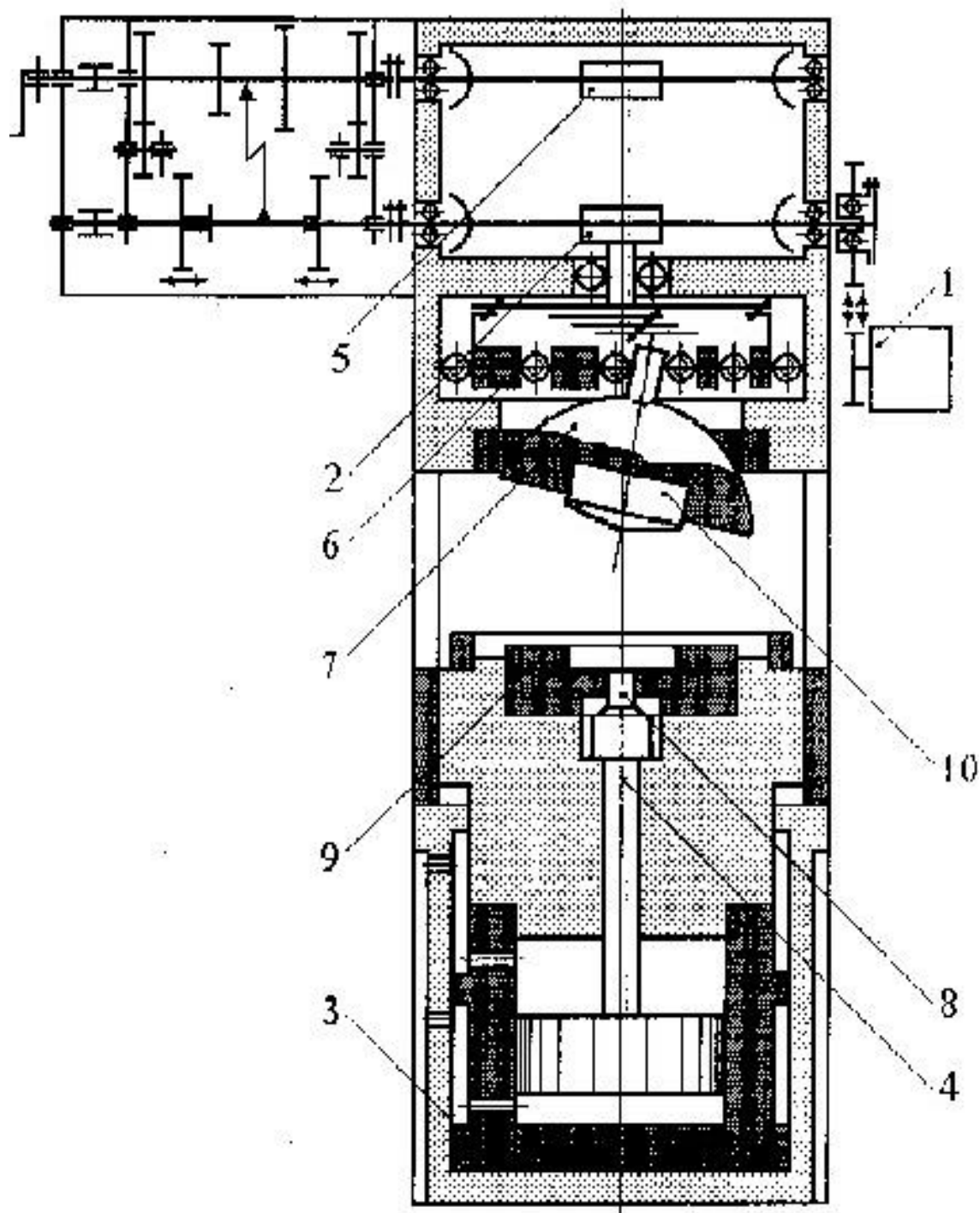


Рисунок 3.5 - Конструктивна схема преса РХW – 200/

Фірмою SCHMID випускаються преси серії Т, подібні РХW-100А, але вільні від їхніх недоліків (відносно малий робочий простір і складна схема інструмента). В основу серії Т закладена конструктивна єдина кон-

цепція, що дозволило використовувати уніфіковані і стандартизовані деталі і навіть вузли.

Основні технічні характеристики пресів серії Т наведені в таблиці 1.4.2. На сьогоднішній день преси серії Т є основним серійним обладнанням для штампування обкатуванням.

Таблиця 3.1 - Основні параметри пресів PXW-100 і PXW-200

Основні параметри	PXW-100	PXW-200
Максимальне зусилля навантаження, МН	1,6	2,0
Максимальне зусилля виштовхувача, кН	630	1000
Хід пресовача, мм	140	140
Регулювання ходу пресовача, мм	0...20	0...24
Хід виштовхувача, мм	75	100
Регулювання ходу виштовхувача, мм	0...45	0...80
Кут нахилу пресовача, град	0...2	0...2
Частота прецесії, од./хв.	250	400
Максимальний діаметр виробу, мм	140	200
Максимальна висота виробу, мм	90	115
Кувальна температура, °С	0...800	0...800
Продуктивність, шт./хв	3...6	3...6
Потужність приводу м-ма обкат., кВт	18,5	22
Потужність приводу гідростанції, кВт	10,8	20,6
Маса, кг	5500	10000
Індукційне нагрівання (потужність), кВт	25...150	
Частота, кГц	1...10	

Одеським ПО “Прессмаш” виготовлений прес моделі П294 зусиллям 10 МН. Максимальний діаметр деталі, що штампується - 300 мм. Прес призначений для об'ємного холодного і напівгарячого штампування обкатуванням, видавлювання, листової вирубки кільцевих заготовок і дисків. Прес постачаний механізмом регулювання кута прецесії у межах від 0 до 3°.

Варто згадати про розроблений Еникмаш (м.Воронеж) пресі ЇМ99 зусиллям 1,6 МН. Опора виконана у виді гідростатичного підшипника. Прес оснащений допоміжним пристроєм, що розширює його технологічні можливості. Механізм обкатування преса ЇМ99 виявився не зовсім удалим, тому що володів низьким К.К.Д.

Малопотужні машини для клепально-складальних робіт шляхом штампування обкатуванням випускаються у Швейцарії. Машини відрізняються простотою конструкції. Станина преса відкритого типу. Іноді машини виконуються з декількома активними інструментами.

Для машин сферорухливого штампування в якості єдиної класифікаційної ознаки можна прийняти особливості конструктивної схеми. Запропонована КПІ з цих позицій класифікація наведена на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Класифікація машин для штампування обкатуванням

Ця класифікація є однією з перших спроб систематизації технологічних машин даного типу і, безумовно, не претендує на повноту рішення проблеми, але може бути корисною при порівняльному описі нами виконаних розробок, що володіють як конструктивними, так і технологічними достоїнствами і перевагами.

Конструктивна схема осцилятора показана на рисунку 3.7.

Пасивний інструмент 1 установлений на траверсі осевого навантажувача 2, а активний інструмент 3 закріплений у інструментотримачі 4. На тильному торці 5 інструментотримача виконаний паз 6 так, що вісь інструментотримача розташовується в порожнині симетрії цього паза.

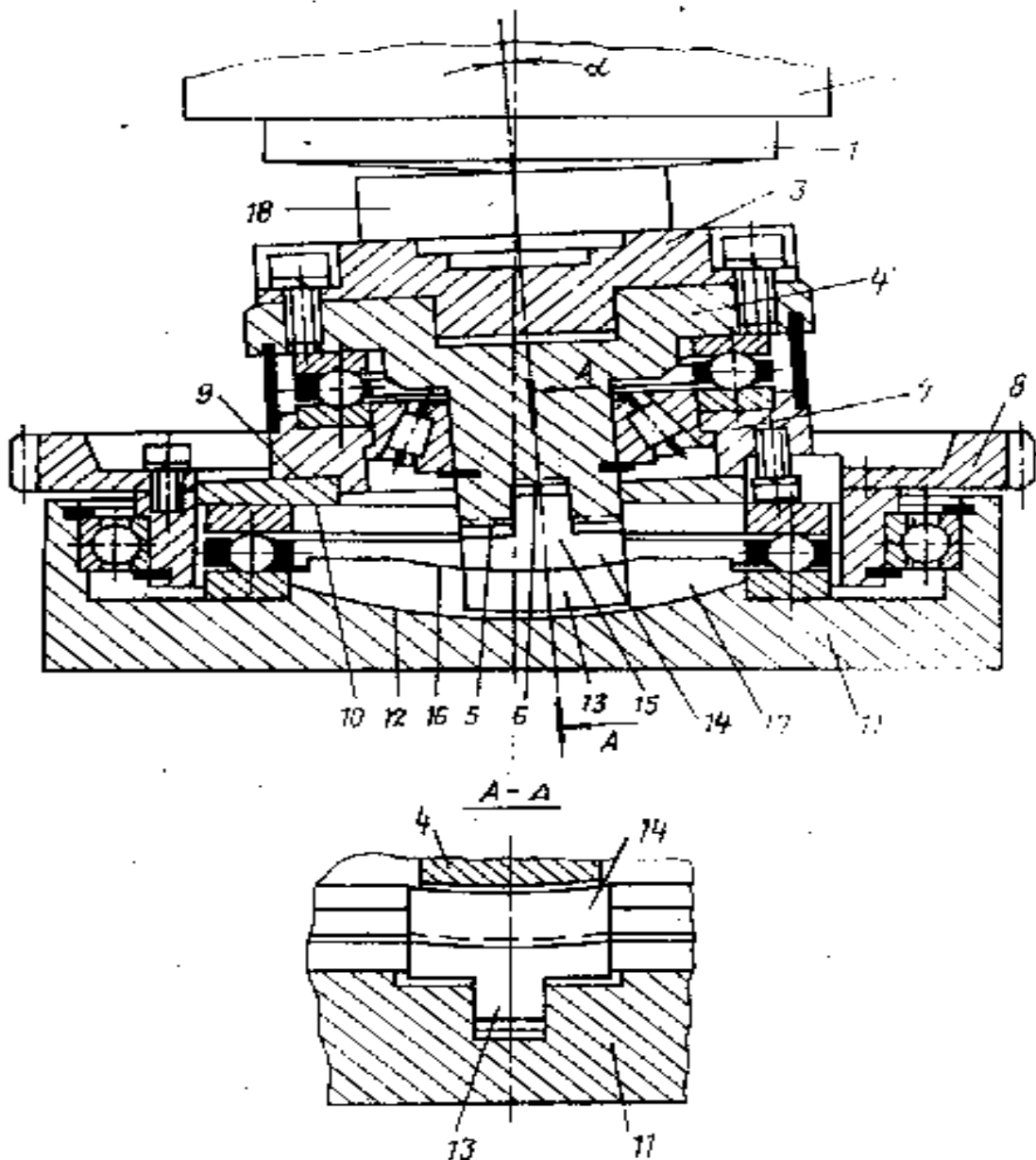


Рисунок 3.7 - Схема осцилятора

Інструментотримач 4 шарнірно з'єднаний із плоским водилом 7, зв'язаним через зубцюватий вінець 8 із приводом осцилятора. Опорна площина 9 водила 7 виконана під кутом α (меншим кута тертя) стосовно площини 10 опорного підшипника, встановленого в корпусі осцилятора 11. У пазах 12 і 6 корпусу інструментотримача своїми виступами 13 і 14 встановлена з можливістю переміщення уздовж пазів хрестоподібна вставка 15, причому поверхня 16 вставки і днище корпусу сполучаються з деяким зазором сферичною поверхнею. Порожнина 17 корпусу заповнюється змащенням. Робота осцилятора зрозуміла з рисунка 3.8.

У 1988 році КПП для нестатків високоточного приладобудівного виробництва розроблена і впроваджена в ПО «Комуніст» спеціалізована установка БШО 280/30 [2]. Поздовжній розріз її показаний на рисунку 3.8.

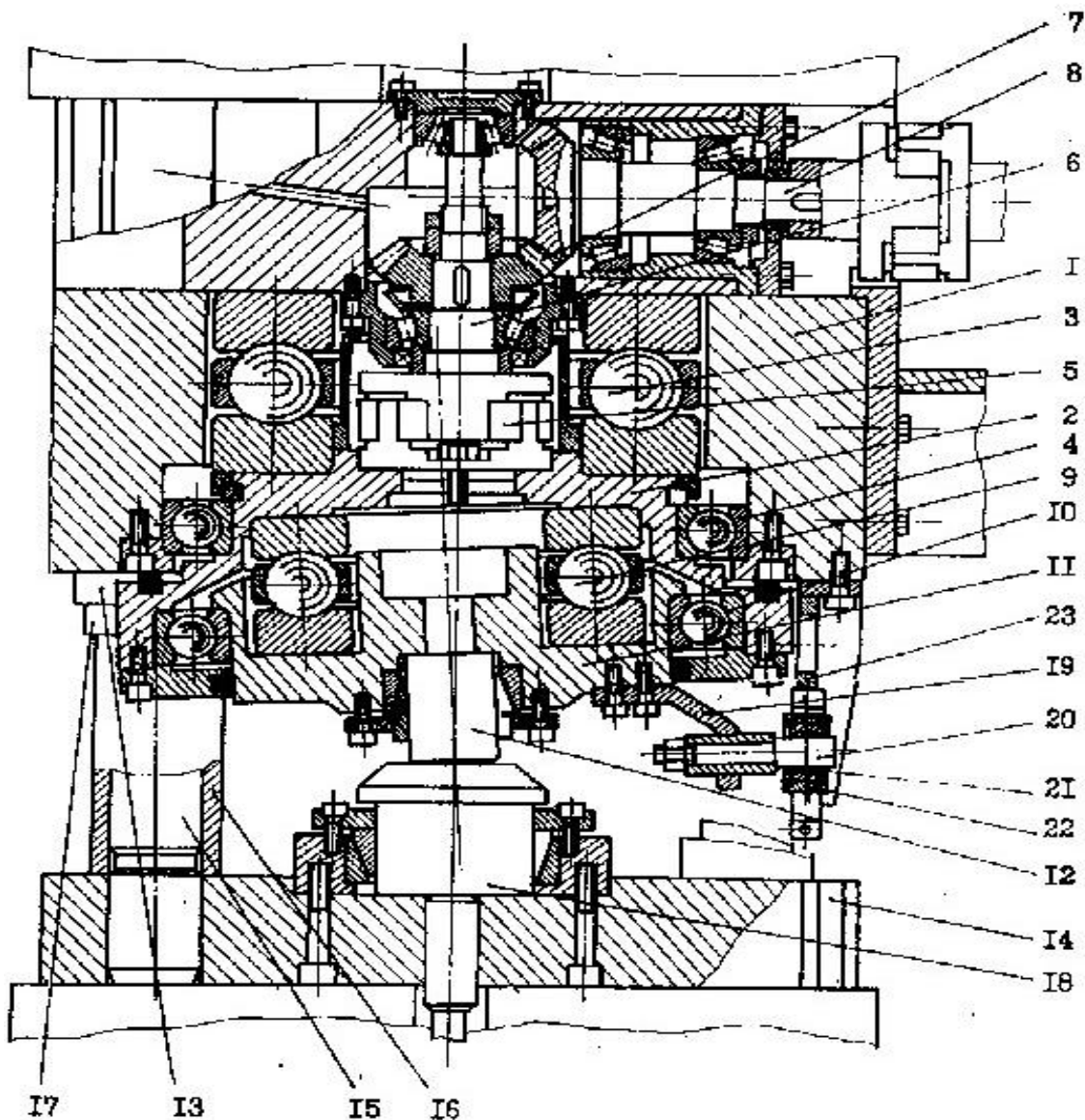


Рисунок 3.8 - Поздовжній розріз осцилятора БШО 280/30

У верхній плиті 1 чотириколонного штампового блоку встановлена коса шайба 2 на опорному 3 і радіальному 4 підшипниках. Шайба 2 через пружну муфту 5, вал 6, конічну передачу 7 і проміжний вал 8 зв'язаний із приводним мотор-редуктором. У розточенні шайби 2 на підшипниках 9 і 10 змонтований інструментотримач 11 із закріпленим на ньому активним інструментом 12. Втулки 13 запресовані у верхній плиті, установленій з можливістю осевого переміщення стовпчиками 15, запресованими у нижню плиту 14. У такий спосіб забезпечується необхідна співвісність активного і пасивного інструментів. При розробці конструкції особлива увага приділена підвищенню поперечної твердості блоку.

Особливо важливим моментом штампування обкатуванням є забезпечення заданої точності деталі за висотою. У цій конструкції задача вирішується шляхом обмеження переміщень верхньої плити втулками регульованої висоти 16 і 17. При змиканні штампового блоку висотне деформування заготовки припиняється і тиск у циліндрі навантажувача підвищується. По досягненні заданого значення спрацьовує система реверсування, що не тільки стабілізує висоту одержуваних деталей, але і забезпечує напівавтоматичний цикл роботи установки.

Пасивний інструмент 18 встановлюється в комплекті цільних і розрізних утулок, що виключають можливість бічного зсуву інструмента під дією горизонтальної складової ексцентрично прикладеного технологічного зусилля.

Виходячи з призначення установки, осьове обертання інструмента повинне виключатися. Для цього на інструментотримачі 11 установлений кронштейн 19, у пазу якого на осі 20 із шарнірним підшипником 21 посаджений повзун 22 з можливістю зворотно-поступального переміщення в межах паза кронштейна.

Конструктивна схема преса показана на рисунку 3.9.

Рухлива система з нижнім гідравлічним приводом виконана у виді рами, утвореної верхньої 1 і нижньої 2 поперечками і колонами 3. У станині 4 рама встановлена на кулькових напрямних 5 з гарантованим натягом. Привід рухливої системи осевого навантажувача забезпечується гідроциліндром 6 через шток 7. Крайні положення рухливої системи встановлюються упорами 8 і 9.

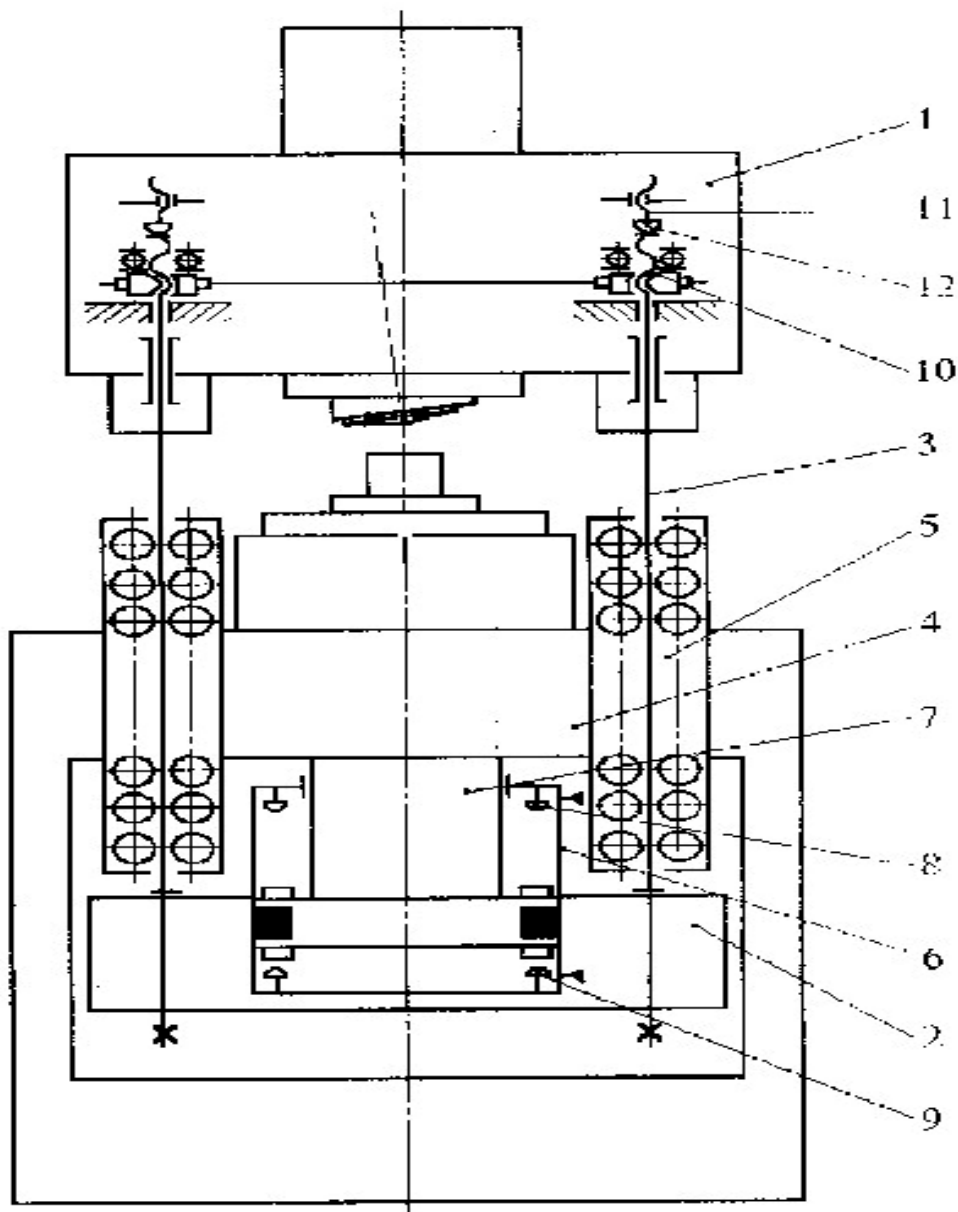


Рисунок 3.9 - Конструктивна схема преса ПДШО – 280/30

Регулювання закритої висоти виробляється за допомогою черв'ячного 10 і гвинтового 11 механізмів, розміщених у верхній поперечці, з наступною фіксацією за гвинтовими упорами 12. Така система регулювання закритої висоти преса в сукупності з підвищеною твердістю рухливої системи забезпечує необхідну висотну точність виробів, що обкатуються.

Загальний вид преса ПДШО – 280/30 показаний на рисунку 3.10.

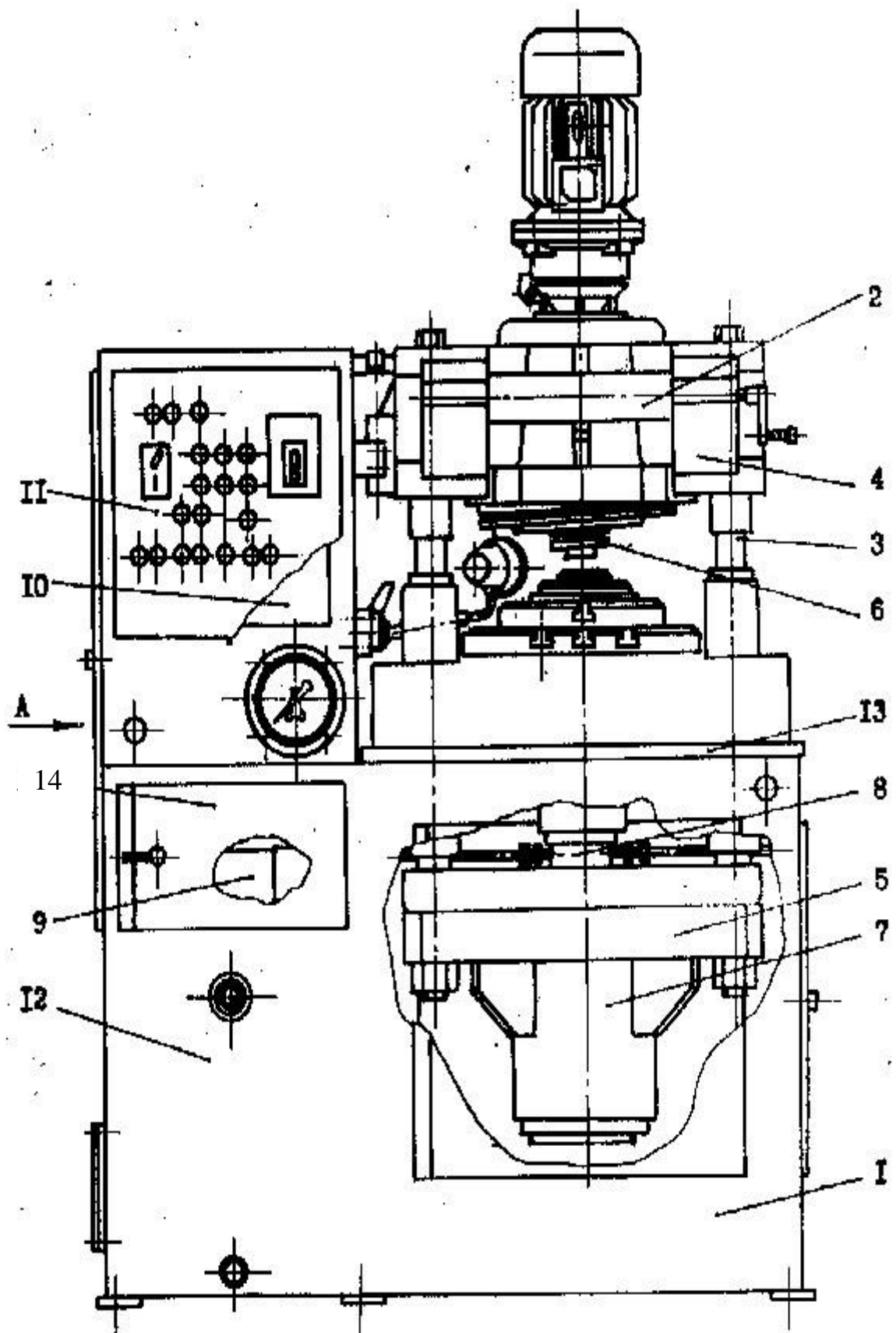


Рисунок 3.10 - Фронтальний вид преса ПДШО – 280/30

Технічна характеристика преса наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Технічна характеристика преса ПДШО-280/30

Найменування параметра	Од. вим.	Величина
Номінальне зусилля осьового навантаження	кН (тс)	300(30)
Найбільший хід повзун	м	0.025
Найбільший хід виштовхувача	м	0.015
Швидкість повзуна:		
холостого ходу вниз		0.050
робочого ходу		0.002
підйому		0,1
Частота прецесії	хв ⁻¹	280
Кут прецесії	град.	2,5
Найбільший діаметр деталі, що обкатується:		
сталеві		0,045
мідної		0,070
Відстань між стійками	м	0,45
Розміри столу:	м	
зліва – направо		0,445
спереду – назад		0,5
Висота столу над рівнем полу	м	1,0
Діаметр активного інструмента	м	0,05
Висота активного інструмента	м	0,078
Діаметр пасивного інструмента	м	0,09
Закрита висота преса	м	0,25
Діапазон регулювання закритої висоти	м	0,05
Установлена потужність	кВт	8,6
Габарити преса:	м	
зліва – направо		1,37
спереду – назад		1,095
висота		2,055
Маса преса	кг	3100

Конструктивна схема преса 382.201.[131-134] показана на рис.3.12. У верхній частині станини 1 розташований осцилятор 2 із приводним елект-

родвигуном 3. Рухлива траверса 4 виконана такою, що охоплює станину 1 з можливістю переміщення за її напрямною 5.

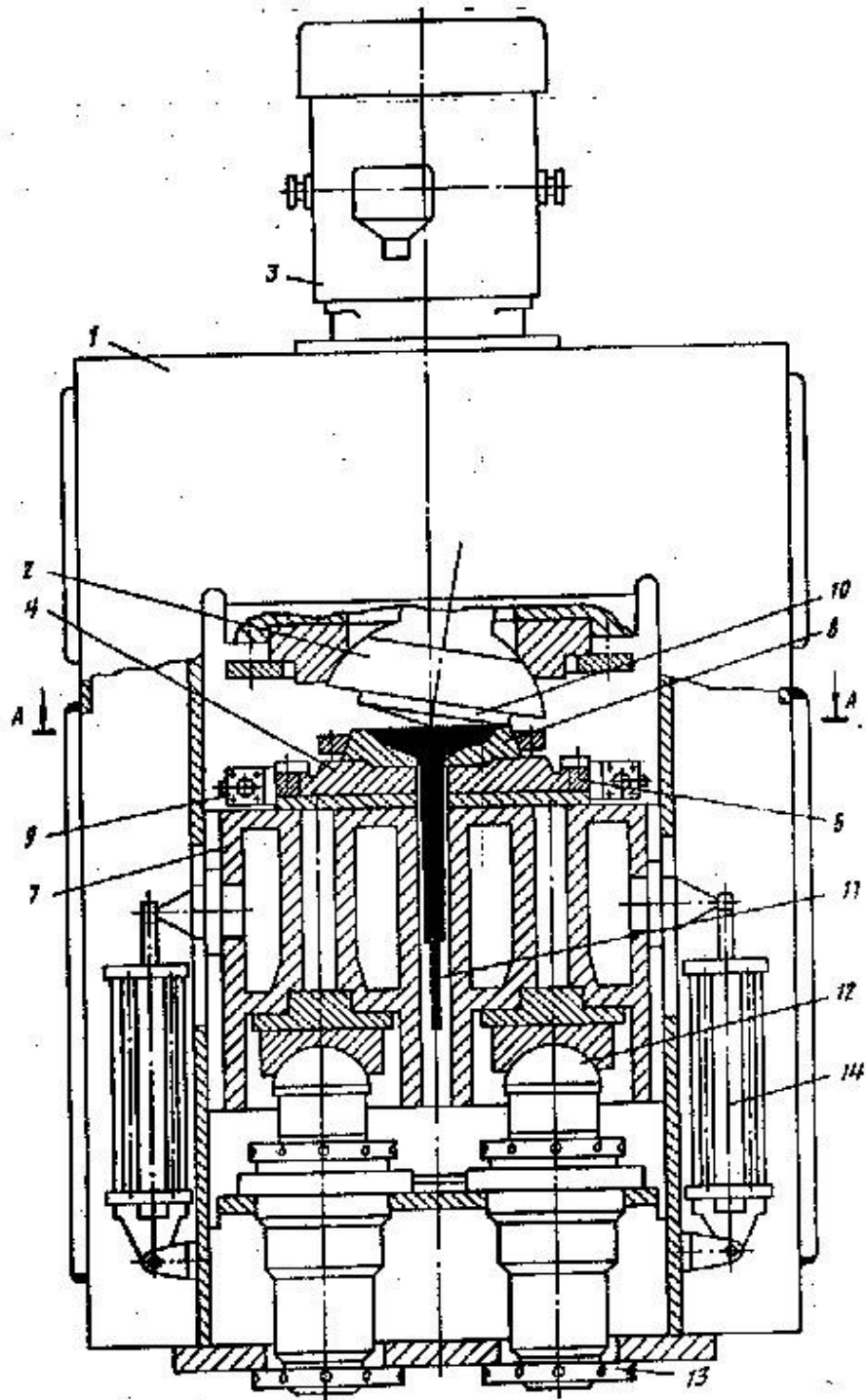


Рисунок 3.12 – Конструктивна схема преса 382.201

На верхній площині траверси 4 у напрямних 6 установлений рухливий стіл 7 з пасивним інструментом 8. Стіл 7 може переміщатися в напрямних 6 перпендикулярно фронтів преса. Стіл починає діяти пневматичним циліндром 9. Активний інструмент 10 закріплений на пресовачі осцилятора 2.

Стрижнева подовжена частина заготовки 11 розташовується в пазу траверси між гідроциліндрами 12 системи осьового навантаження, закріпленими на станині гайками 13. Поворотний хід навантажувача виробляється циліндрами 14.

З метою зниження пускового струму використовується тиристорна система запуску, що крім того забезпечує регулювання частоти прецесії у межах 60...200 про/хв. Потужність приводного двигуна - 65 квт. Номінальне зусилля осьового навантажувача складає 1,6 МН. Маса преса - 8120 кг.

У КПШ розроблений гідравлічний осцилятор - навантажувач. При розробці машин з чисто гідравлічним або гідромеханічним приводом (див. рис.3.6) паралельно вирішуються дві задачі – розвантажується опора пресовача від моменту тертя [4] і забезпечується безступінчасте регулювання параметрів осцилятора [139]. Характерним прикладом є прес мод. 108До зусиллям 2,5МН, створений у 1981 році для нестатків Горьківського заводу фрезерних верстатів (Росія). Особливістю преса є конструктивне сполучення приводів осцилятора і навантажувача в одному корпусі. У такий спосіб вирішуються наступні проблеми: розвантажується опора, забезпечується інтенсивне охолодження робочою рідиною як під час роботи, так і при включеному розвантажувальному клапані гідросистеми.

Конструктивна схема цього преса показана на рисунку 3.14.

Прецесія здійснюється за рахунок того, що каменеві 1 повідомляється плоскопаралельний рух від двох пар гідроциліндрів, симетричних щодо осі преса. Камінь 1 зв'язаний через сферичний підшипник 2 з водилом 3 стрижневого пресовача 4, шарнірно встановленим в опорі 5. Опорні торці трубчастих плунжерів 6 гідроциліндрів 7 охоплюють камінь 1, завдяки чому здійснюється гідравлічне пропорційне навантаження від сил тертя. У такий же спосіб здійснюється розвантаження опори 5.

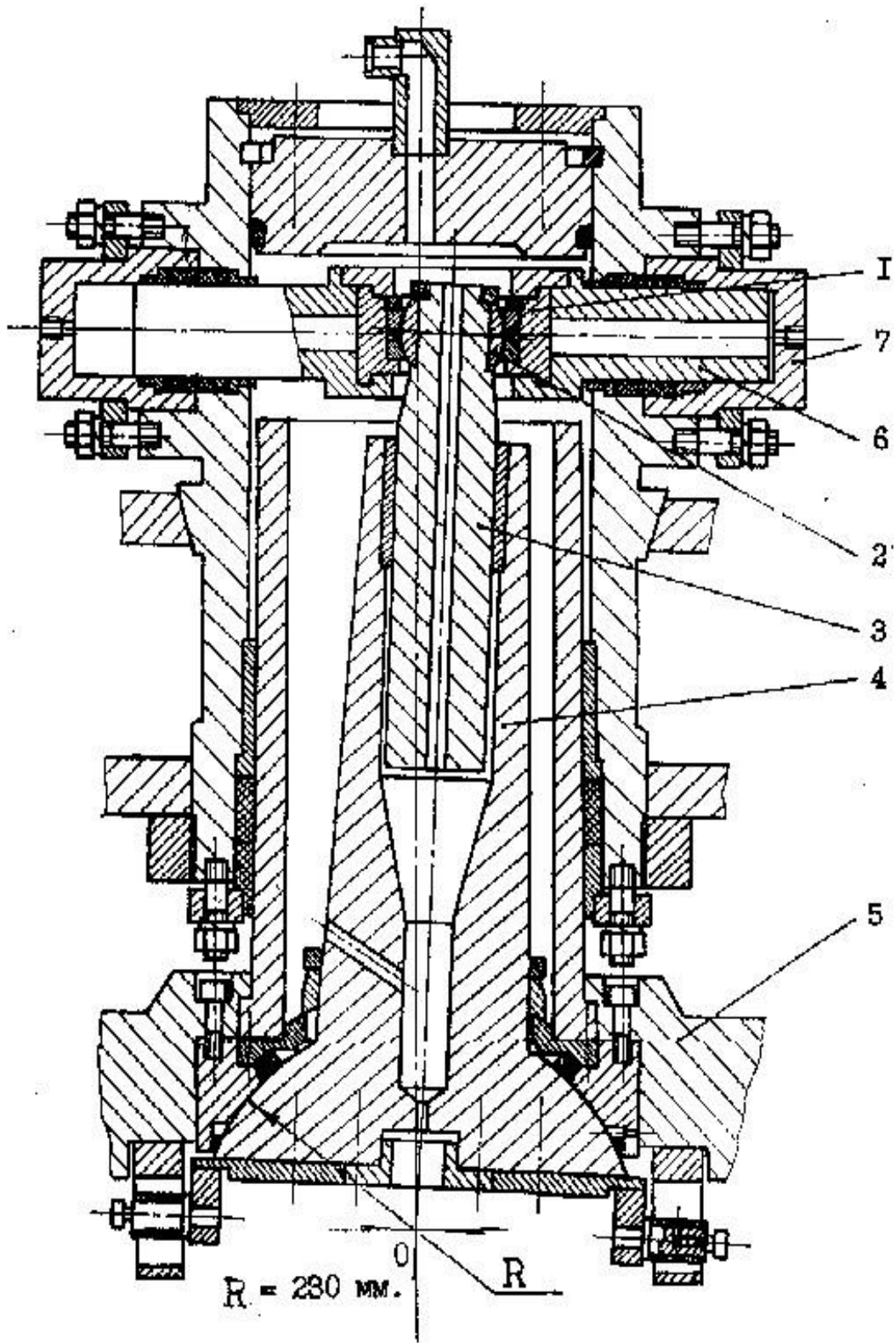


Рисунок 3.14 - Конструктивна схема гідралічного осцилятора-навантажувача преса мод. 108ДО

Подальшим розвитком конструкції спеціалізованих пресів з водилом стрижневого типу є розробка безтрансмійного осцилятора [144,145], схема якого інтерпретується на рисунку 3.15.

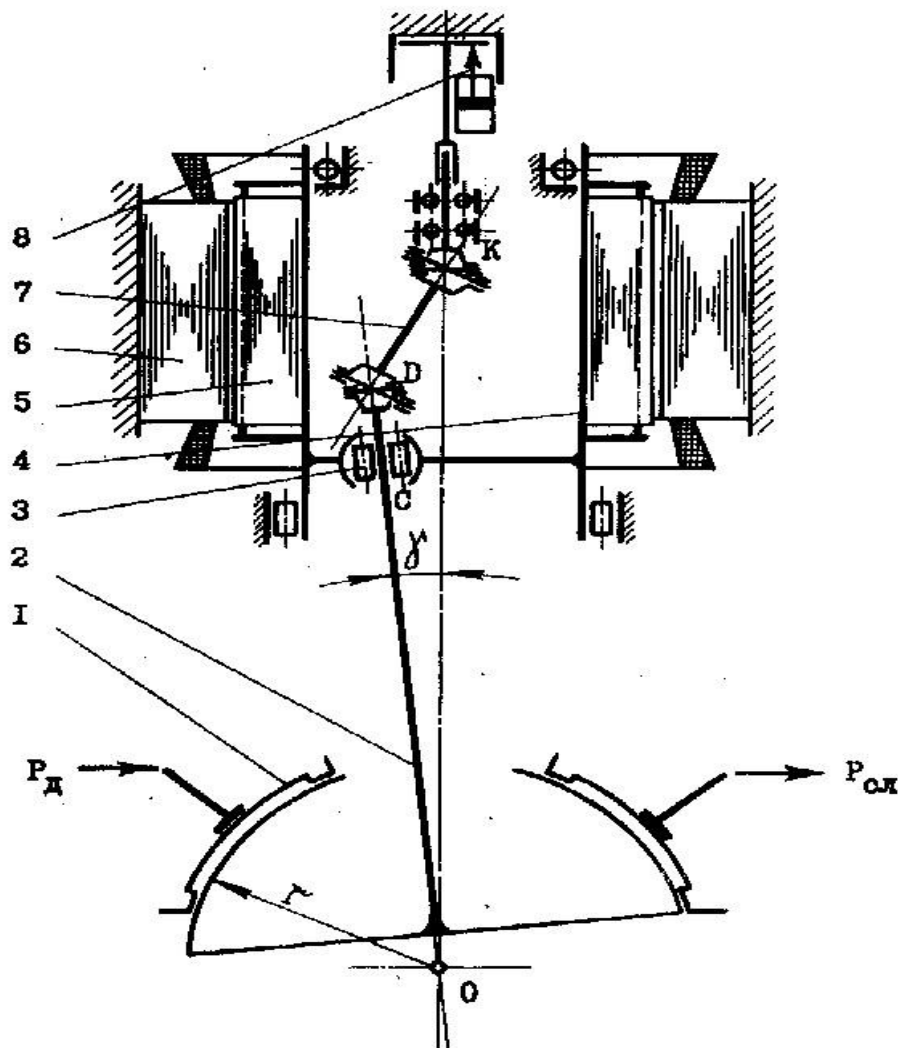


Рисунок 3.15 - Схема безтрансмійного осцилятора

Осцилятор містить у собі напівсферичну опору 1, встановлену в рухливій системі преса з розвирненими за довжиною напрямними. Опора виконана у виді гідростатичного підшипника, робоча порожнина якого гідравлично з'єднується з циліндром осьового навантаження (на рисунку 3.15 не показаний). У такий спосіб забезпечується постійний коефіцієнт розвантаження і питомих контактних зусиль в опорі 1, що охоплює голівку пресовача 2, на торці якого розміщується активний інструмент.

Стрижневе водило пресовача на шарнірному підшипнику 3 закріплено в ексцентриковому роторі 4. Безпосередньо на ексцентриковому роторі

розміщається короткозамкнений ротор 5 приводного багатополюсного електродвигуна, статор 6 якого закріплений у тій же рухливій системі, що й опора 1. Водило пресовача з'єднане через кульковий вал 7 з керованим гальмом 8, що забезпечує при необхідності гальмування пресовача від осьового обертання.

Описаний осцилятор послужив основою преса для штампування обкатуванням ПСШО 500, технічна характеристика якого наведена в таблиці 3.3.

Пресс розроблений за замовленням ковальського цеху заводу ПО Камаз. Достоїнством запропонованої конструкції є максимальне спрощення трансмісійних ланцюгів приводу, що разом з гідростатичним розвантаженням опори від моменту тертя сприяє підвищенню К.П.Д., спрощенню конструкції машини і зниженню її металоємності.

Таблиця 3.3 - Технічна характеристика преса ПСШО 500

Найменування параметра	Од. вим.	Величина
Номінальне зусилля осьового навантажувача	МН (тс)	5,0 (500)
Зусилля виштовхувача	МН (тс)	150 (15)
Найбільший хід рухливої системи (повзуна)	м	0,40
Найбільший хід виштовхувача	м	0,08
Швидкість повзуна:		
холостого ходу вниз	м/с	0,15
робочого ходу	м/с	0,003
підйому	м/	0,20
Частота прецесії	хв ⁻¹	280
Кут прецесії	°	2,5
Закрита висота преса	м	0,20
Номінальне зусилля знімача	кН (тс)	100(10)
Хід знімача	м	0,075
Максимальний ексцентриситет прикл. зусилля	м	0,1
Максимальний діаметр штампування	м	0,25
Мінімальний внутрішній діаметр кільцевий деталі	м	0,035
Максимальна висота заготовки	м	0,15

Продовження таблиці 3.3.

Найменування параметра	Од. вим.	Величина
Максимальна висота штампування	м	0,075
Найбільша маса сталевого штампування	кг	9,0
Розміри столу:		
зліва – направо	м	1,16
спереду – назад	м	1,50
висота робочого простору	м	0,9
Потужність двигуна осцилятора	Квт	285
Установлена потужність преса	Квт	310
Габарити преса:		
зліва – направо	м	2,440
спереду – назад	м	2,225
висота над рівнем полу	м	3,450
загальна висота преса	м	6,225
Маса преса	т	29

При поділі зрушенням гарячого і холодного матеріалу, що має в перетині більш складні геометричні форми (труба, куточок, швелер, тавр і т.п.), потрібно більш складний штамп, що викликано необхідністю зменшення зминання крайок матеріалу при різанні. Тому у випадку різання гарячого матеріалу і холодних виробів складних у перетині форм доцільніше застосовувати клинові ножі, що розганяються до високої швидкості механізмом з гідропружним приводом.

Поділ заготовок, що рухаються, у даний час виконується дисковими пилами і летучими ножицями різних конструкцій. Особливістю використання пилок є установлення їх з можливістю переміщення уздовж столу преса. При поділі таких профілів, як труби діаметром до 40 мм, диск пилки насувають вручну на профіль або відтинають його ручним відсекателем. Це дозволяє робити відрізкові швидше, але сполучено з важкою фізичною працею і підвищеною небезпекою для обслуговуючого персоналу.

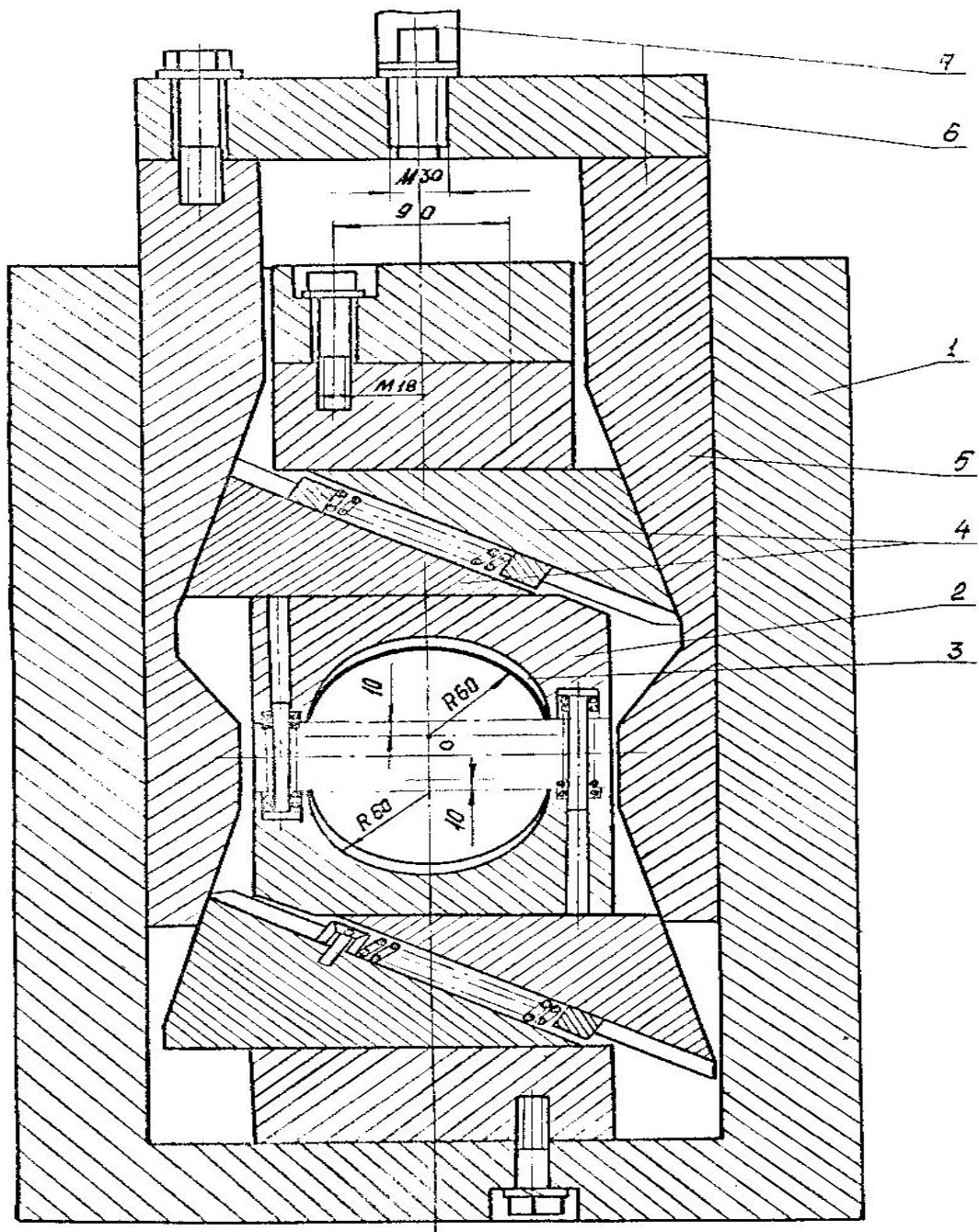


Рисунок 3.16 – Поперечний розріз штампa для різання кола O125

До недоліків різання пилками відносяться також: можливість улучення стружки у внутрішню порожнину профілю, що може призводити до браку на наступних переходах пресування, необхідність порівняно частого змащення пилки, щоб уникнути прилипання металу, забруднення робочого місця стружкою.

Летучі ножиці відрізняються складною і громіздкою конструкцією. Після дослідження цієї проблеми запропоновано різання профілю, що ру-

хається, проводити відкидним клиновим ножем. Були розроблені конструкції машин високошвидкісного різання клиновим ножем (МВРК) з гідропружним приводом.

Розроблено кілька схем машини різання виробів у процесі пресування.

Технічна характеристика машин наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Параметри високошвидкісних машин здвигового різання, розроблених у ДДМА

Параметри	МВР С - 40	МВР С - 57	МВР С - 63	МВР С - 300	МВРС - 450	МВР С - 1350	МВР С - 1700
Енергія маховика, що розвивається	32	57	63	300	400- 450	1350	1700
Робочий тиск, МПа	32	32	32	32	100	32	32
Швидкість ножа, м/с	22	22	20	16	28-22	23	25
Хід ножа, мм	300	330	200	560	600	1400	1000
Діаметр заготовки, мм	80	90	100	250	4*100	300	300
Маса, т	4,8	5,5	5,6	30	15(28)	35	180

Машини для різання труб і профілів у процесі їхнього пресування встановлюються в лінію горизонтальних пресів. Включення машин здійснюється від кінцевого вимикача, що встановлюється від вузла різання машини на відстані необхідної довжини профілю. Як енергоносії на машинах з гідропружним приводом прийнята рідина – мінеральне масло, наприклад АМГ – 10. Машини легко перебудовуються на різання профілів, що мають різні геометричні і міцнісні властивості. Перебудова здійснюється зміною тиску рідини в акумуляторі. Час робочого циклу машин складає 1...3 з, залежить від параметрів машини і комплектуючого електро- і гідروобладнання.

Проведено цикл досліджень процесу різання клином і плоскою сокирою свинцевих і нагрітих сталевих заготовок. Конструкції могутніх МВРК мають наступні особливості:

- застосований гідропружний привід рухливих частин з робочим тиском рідини 32 МПа, що дозволило використовувати стандартні балони (4 балони об'ємом 40 м)³ як акумулятори енергії, освоєне технікою гідронасосне обладнання й апаратуру;

- МВРК розподілені на дві основні частини: силову й енергетичну. У силовій частині виробляється рез заготовки, забезпечується навантаження ножів і бабів, замикання зусиль при перекосах інструмента, приведення інструмента у вихідне положення. Вона постачена пристроями для швидкої зміни ножів, висновку з машини. Енергетична частина машини включає силову раму з розміщеними в ній балонами – акумуляторами, робочими гідропружними циліндрами і клапанами керування;

- ножі виконані у виді пластин із клиновим або круговим заточенням різальних граней. Різальна крайка ножів виконана фігурною (ромбічною, трапецевидною, еліптичною і т.п.) із взаємним торканням ножів у периферійних зонах у вихідному положенні, що забезпечує при змиканні ножів контакт їхніх крайок без перекриття і поломок.

Інші технічні рішення при створенні могутніх МВРК аналогічні рішенням, прийнятим у могутніх бесшаботних молотах із гідропружним приводом.

3.2 Перспективні схеми машин ударної і комбінованої дії з гідропружними клиношарнірними приводами

Гідропружний привід дозволяє створювати нові типи машин як для процесів ОМТ, так і для інших технологічних процесів, де потрібне створення великих зусиль у короткий проміжок часу. Клиношарнірний привід розширює можливості пресів.

Для процесів ОМТ та іншого призначення були розроблені наступні типи машин ударної і комбінованої дії:

- бесшаботні молоти з гідропружним приводом;
- прес-молоти з впливом на заготовку статичним і динамічним зусиллями;
- копри для листового штампування, в основному еластичними середовищами;
- машини для сдвигової різання і ламання заготовок чорних і кольорових металів для наступної механобробки й ОМТ;

- клиношарнірні преси і прес-молоти, що забезпечують крайнє фіксоване положення інструмента в процесах ОМТ, а також роботу зі схеми гвинтових прес-молотів;

- машини різання виробів клиновими ножами (сокирами);

- механічні преси з гідроприскорювачами, що забезпечують підвищену швидкість деформації заготовок;

- установки для одержання брикетів з порошкових матеріалів, стружки чорних і кольорових металів, керамічних матеріалів;

- ударні стенди, призначені для навантаження виробів одиночними ударними імпульсами різної амплітуди і тривалості;

- машини для відбиття прибутків на ливарних виливках, оброблення металобрухту, відбиття центрів при механообробці.

Можна зазначити головні загальні ознаки конструктивних схем прес – молотів: наявність окремих гідроциліндрів для пресової і молотової частини в машинах, що забезпечують спільна дія на заготовку статичного і динамічного зусиль; загальна силова рама для пресової і молотової частин машини; живлення пресової і молотової частин машини від даної насосної станції; введення в конструкцію машини пристроїв, що знижують динамічний вплив на базові деталі (амортизатори, упори, демпфери і т.п.).

Відрізняються прес-молоти, насамперед, за призначенням, при цьому характер технологічного процесу визначає конструктивну схему машини. У технологічних процесах з переважним пресовим впливом на заготовку (об'ємне гаряче і холодне штампування, операції витяжки при листовому штампуванні, пресування і т.п.) прес-молоти виконуються на базі гідропресів. У процесах з переважним динамічним впливом на заготовку прес-молоти виконуються спеціальної конструкції з більш розвиненою молотовою частиною. Їх можна було б назвати молота-преси.

Якщо виконувати доробки гідропресів на заводах-виготовлювачах, то витрати можуть бути значно знижені, а технологічні можливості розширені. Це особливо важливо для обладнання, застосовуваного для гнучких автоматизованих виробництв. Молота-преси з гідропружним приводом виготовляються за індивідуальними проектами. Витрати на їхнє виготовлення (при рівних енергетичних можливостях) вище, ніж у прес-молотів на базі пресів. Однак при серійному виготовленні таких машин витрати на їхнє виробництво приблизно однакові.

3.3 Конструкції прес- молотів на базі серійних гідропресів

Сучасні гідравлічні преси призначені для різних операцій ОМТ і містять силову раму, механізми холостого, робочого і поворотного ходів, нижній і верхній виштовхувачі, гідростанцію, що забезпечує роботу всіх механізмів преса.

Гідропрес перетворюється в прес-молот шляхом наступних основних перетворень: замість нижнього виштовхувача встановлюється імпульсний гідропружний циліндр; станина преса підсилюється в місцях концентрації напруг; система керування гідропружного циліндра підключається до системи живлення гідропреса; штампове оснащення машини забезпечує можливість використання для впливу на заготовку пресового, ударного або спільного зусиль, для чого вона виконується з проміжними деталями, що передають зусилля на заготовку.

Перелічені типові удосконалення характерні для гідропресів виробництва Оренбурзького заводу – пресів типу ДГ і ТАК, які мають зварену станину й універсальну станцію керування. Для інших конструкцій гідропресів ці переробки можуть бути змінені або доповнені.

Заводи України випускають широку номенклатуру ковальсько-пресового обладнання з гідроприводом: кувальні і штампувальні преси різного призначення, установки для пресування профілів і труб, ножиці для відрізки профільного і листового прокату, преси для пакетування металевих брухту і бавовни, брикетувальні преси для металевих порошків і вогнетривких матеріалів, листозгинальні і профілезгинальні машини, трубозгини, преси для виправлення і складання-розбирання деталей, машини для лиття під тиском, преси для виробництва виробів із пластмас тощо. При куванні заготовок на кувальних пресах додатковий ударний вплив на заготовку після закінчення її деформації від пресового зусилля дозволить одержати додаткову деформацію, що знизить загальний час кування. А якщо використовувати для розгону рухливих частин молотової приставки преса енергію пружної деформації його деталей і рідини в циліндрі, то можна одержати і додаткову економію енергії на проведення процесу кування. При штампуванні заготовок додатковий ударний вплив на заготовку дозволить заповнити складний і тонкий рельєф штампа. На операціях відрізки, вирубки, пробивання, а також пресування ударний вплив на заготов-

ку доцільно накладати на пресове зусилля, що дозволить почати процес. Застосування обладнання ковальсько-пресових машин з гідроприводом і додатковими пристроями для ударного впливу на заготовку в багатьох випадках доцільно.

У таблиці 3.5 наведені параметри прес-молотів, створених під керівництвом автора і впроваджених у промисловість прес-молотів гідроімпульсних ПМГИ. Цифри після букв позначають пресове зусилля в кілоньютонах і енергію удару в кілоджоулях.

Таблиця 3.5 - Параметри прес – молотів з гідروпружним приводом

Параметри	Тип прес-молота					
	ПМГИ– 250/10	ПМГИ– 70/0.55	ПМГИ– 1600/0.6	ПМГИ– 80/0.6	ПМГИ– 89/32	ПМГИ– 500/3
Пресове зусилля, кН	250	70	1600	80	89	500
Енергія удару, кДж	10	0.55	15	0.6	32	3
Швидкість удару, м/с	16	17.4	23	15.7	20	12
Швидкість пресування, мм/с	5	1	8	2	20	25
Об'єм акумулятора, л	150	7	120	8.2	100	45
Робочий тиск, МПа	20	15	32	15	32	15
Хід повзуна преса, мм	450	60	630	60	100	120
Хід штока молота, мм	100	50	150	80	160	60
Габарити, мм:						
висота	3200	1750	3950	1600	2200	1600
довжина	1800	640	2500	800	1500	940
ширина	800	560	1330	400	1050	420
Маса машини, кг	6500	126	7500	146	4360	820

3.4 Перспективні конструкції прес-молотів

При пресуванні на могутніх гідропресах у механічних частинах і циліндрі преса накопичується наприкінці ходу значна енергія, що не використовується корисно і витрачається при розвантаженні преса на дроселювання рідини через розвантажувальний клапан.

Величина цієї енергії складає, наприклад, на пресі 100МН 1170 кДж, на пресі 750 МН ця енергія складає близько 8000 кДж. Нагадаємо, що енергія удару самого великого в колишньому СРСР бесшаботного молота складає 1500 кдж.

Таким чином, не використовуються корисно великі енергетичні резерви гідропресового обладнання. Ці розуміння лягли в основу конструкції гідравлічного двоопераційного прес-молота, розробленого на основі штампувального преса зусиллям 50 МН. Поруч із пресом виконана молотова приставка, що використовує енергію, що накопичується металевими частинами і рідиною в циліндрі преса наприкінці робочого ходу, для розгону рухливих частин і впливу ними по заготовки, що знаходиться в штампі молотової частини прес-молота.

Як показали розрахунки, ця енергія складає для преса 50 МН – 750 кДж.

Для ізоляції деталей преса від динамічних навантажень молот установлений на резинометалевий амортизатор і зв'язаний із пресом телескопічним підведенням рідини, розвантаженим від зусиль.

Молот установлений так, що не впливає на роботу преса. При ударі молота динамічні навантаження не передаються на пресову частину прес-молота.

Двоопераційний прес-молот має наступну технічну характеристику:

- пресове зусилля, МН	50
- енергія удару, кдж	до 750
- робочий тиск рідини, Мпа	64
- хід плунжера преса, мм	650
- хід бойків, мм	600
- швидкість бойків сумарна, м/с	15

Двоопераційний прес-молот, призначений для операцій штампування заготовок пресовим зусиллям і ударним штампуванням ударним дефор-

муванням. За кожен хід пресового плунжера розвантаження пресового циліндра відбувається через циліндр молота. У штампах преса і молота перед робочим циклом повинні знаходитися заготовки. Двоопераційний прес-молот, зручний для вбудовування в потокову лінію виготовлення деталей. У цьому випадку відштампована пресовою частиною чорнове штампування перекладається в молотової штамп, а в пресовий штамп, що звільнився, укладається нова заготовка. Відбувається спочатку деформація заготовки під пресом, а потім розвантаження преса виробляється на молотову частину і доштамповується заготовка в молотовому штампі. Далі цикл повторюється. На прес-молоті можливе штампування з двох різних заготовок: одна – у пресовому штампі, інша – у молотовому штампі. Основне достоїнство двоопераційного прес-молота – не потрібне споживання з мережі енергії для роботи молотової частини прес-молота.

На базі двоопераційного прес-молота розроблена конструктивна схема установки поруч з гідропресом молота з гідروпружним приводом. Циліндри преса і молота, з'єднані телескопічною гідролінією і розвантаження преса через цю гідролінію виробляється на молот, забезпечуючи його роботу без споживання енергії з мережі. Таке рішення більш універсальне, дозволяє підвищити ККД приводу існуючих пресів, розширити технологічні можливості пресових ділянок ковальсько-пресових цехів і застосувати для гідравлічного преса будь-якого призначення.

У даний час створені могутні гідравлічні преси різних конструкцій і великих габаритів. Варто підкреслити, що з підвищенням габаритів пресів, робочого тиску рідини зростає величина потенційної енергії, що накопичується гідропресом до кінця плинну деформування. Розрахунки показують, що величина цієї енергії на пресі 150АС зусиллям 500 МН конструкції - АТ НКМЗ складає 6000 кДж, на пресі зусиллям 750 МН - 8000 кДж. Уся ця енергія при розвантаженні преса затрачається на дроселювання і нагрівання рідини, знос розвантажувальних клапанів. Ідея корисного використання цієї енергії для додаткової деформації заготовки після пресового навантаження реалізована в проекті гідравлічного прес-молота, розробленого на базі гідравлічного штампувального преса зусиллям 100 МН конструкції - АТ НКМЗ. Конструкція преса виконана у виді силової рами, обмотаною стрічкою, особливих змін не перетерплює. Змінюється конструкція плунжера, у який уводиться додатковий механізм ударної дії.

Розрахунки показують, що в пресі зусиллям 100 МН конструкції, АТ НКМЗ запасасться енергія 1170 кДж і при ударі зусилля на заготовки може скласти 150...230МН при загальному ході деформування заготовки, штампів і частково рами 9...6...6 мм. Таким чином, переробка преса в прес-молот значно розширює технологічні можливості машини, підвищує ККД приводу. Корисно використовувати енергію пружної деформації можливо в гідравлічних пресів будь-якої конструкції.

3.5 Установки для листового штампування еластичним середовищем

На основі гідропружного приводу розроблені нові конструктивні схеми установок для листового штампування еластичним середовищем, проведені дослідження техпроцесів.

Процеси листового штампування еластичними середовищами внаслідок їхньої універсальності, зручності здійснення, простоти використовуваного при цьому інструмента, а також винятково великих технологічних можливостей, створюють передумови для формоутворення деталей найрізноманітніших конструктивно-геометричних форм, забезпечують значне зниження собівартості, підвищення якості і надійності промислової продукції не тільки в масовому, але і серійному, дрібносерійному і дослідницькому виробництві. При штампуванні гумою застосовуються переважно гідравлічні преси і падаючі молоти.

Гідравлічні преси підрозділяються на преси плунжерного типу із силовою парою циліндр-поршень і на гідростатичні преси, або преси прямої дії, з безпосередньою передачею тиску від рідини на гумову подушку.

Гідростатичний прес являє собою твердий корпус із прорізаним усередині нього тунелем, усередину якого вдвигається стіл із установленими на ньому формблоками і заготовками.

Після установки рухливого столу в тунелі преса в гумовій камері створюється потрібний тиск рідини, що передається через гумову подушку на деталі, що штампуються. Відштамповані деталі знімають зі столу після висування останнього з тунелю преса,

Гідростатичні преси є більш економічними в порівнянні з пресами плунжерного типу.

Основним обладнанням при ударному штампуванні гумою є падаючі листоштамповочні молоти.

Сутність формозміни при штампуванні на падаючих молотах зводиться до того, що по заготовки, покладеної на тверду металеву матрицю, гумовою подушкою, укладеної в контейнер, виробляється удар.

У даному випадку для формозміни заготовки використовують кінетичну енергію частин, що рухаються з гумовою подушкою.

Ударне штампування звичайно ведуть з використанням листоштамповочних молотів типу МЛ, однак це не виключає застосування молотів іншого типу.

Величина максимального тиску, що розвивається гумовою подушкою, залежить від маси падаючих частин молота і висоти, з яким вони падають, що визначає силу удару.

Основними достоїнствами методу ударного штампування гумою є наступні: простота і дешевина обладнання; простота і мала трудомісткість виготовлення оснащення; можливість штампування в кілька переходів на одному штампі.

Поряд з достоїнствами штампування на падаючих молотах є низка недоліків: низька продуктивність; залежність точності і якості виробів від кваліфікації робітника; громіздкість обладнання; передача енергії удару на шабот; вібрація будинків; висока вартість фундаменту.

Однак, незважаючи на недоліки, молоти, що падають, знаходять застосування.

Особливу перспективу має розвиток динамічного штампування гумою, що виробляється на молотах і установках динамічного штампування гумою /УДШР/ різних типів.

Дослідження показали, що при динамічному штампуванні зменшуються капітальні витрати на обладнання, необхідне для штампування, особливо важко деформованих матеріалів, наприклад сплавів титана, що у даний час широко застосовуються в авіабудуванні, хімічному машинобудуванні, харчовій промисловості, вагонобудуванні й ін.

Нові конструкції установок з гідропружним приводом для динамічного штампування листових матеріалів характеризуються нижнім розташуванням робочого циліндра. Привід циліндра здійснюється за рахунок пружної деформації стиснутої рідини.

Переваги в порівнянні з існуючими установками динамічного штампування гумою наступні: використовується вже освоєна технікою гідроапаратура, що спрощує експлуатацію; з'являється можливість легко і точно регулювати енергію удару; установка має меншу металоємність, унаслідок цього знижена її собівартість; відсутня передача удару на фундамент; з'являється можливість убудовувати подібне обладнання в потокові лінії; зменшується час контакту нагрітої заготовки, а виходить, збільшується стійкість гуми.

Установка для листового штампування гумою діаметром контейнера до 600 мм призначена для формоутворення деталей з високоміцних листових матеріалів у нагрітому стані, наприклад сплавів алюмінію і титана. Товщина алюмінієвого листа - 1...5 мм. товщина листа титанових сплавів - 1,5...2 мм.

На установці можна робити гнуття-формовку опуклих і увігнутих бортів, витягування й інші операції, можуть виготовлятися різні деталі з бортами, напівпатрубки, обтічники, стінки з бортами й ін.

Забезпечується виконання операцій за один перехід з наступним незначним доведенням деталі.

На установці можуть бути виготовлені одночасно одна або кілька деталей у залежності від їхніх габаритів і товщини листа.

Конструкція установки УДШРГУ-300 подана на рисунку 3.17, характеристика в таблиці 6.4.

Як енергоносіє імпульсних ударних навантажень використовується стиснута рідина, що закачується у робочий циліндр 1.

Установка має нижнє розташування робочого циліндра. Циліндр утворює обичайка, закрита з двох сторін нерухомими траверсами. У середині циліндра поміщений плунжер, що рухається за напрямною, що має отвори для подачі рідини високого тиску з робочого циліндра. На столі, виконаному разом з плунжером, установлюється платформа 2, на яку укладають заготовку. Деформація заготовки відбувається в контейнері 3. Контейнер - це металевий корпус із запресованою гумовою подушкою. Контейнер укріплений на верхній нерухомій траверсі 4.

Для опускання столу з відштампованою заготовкою служать поворотні пневматичні циліндри 5, що одночасно є напрямними елементами столу і контейнера 3.

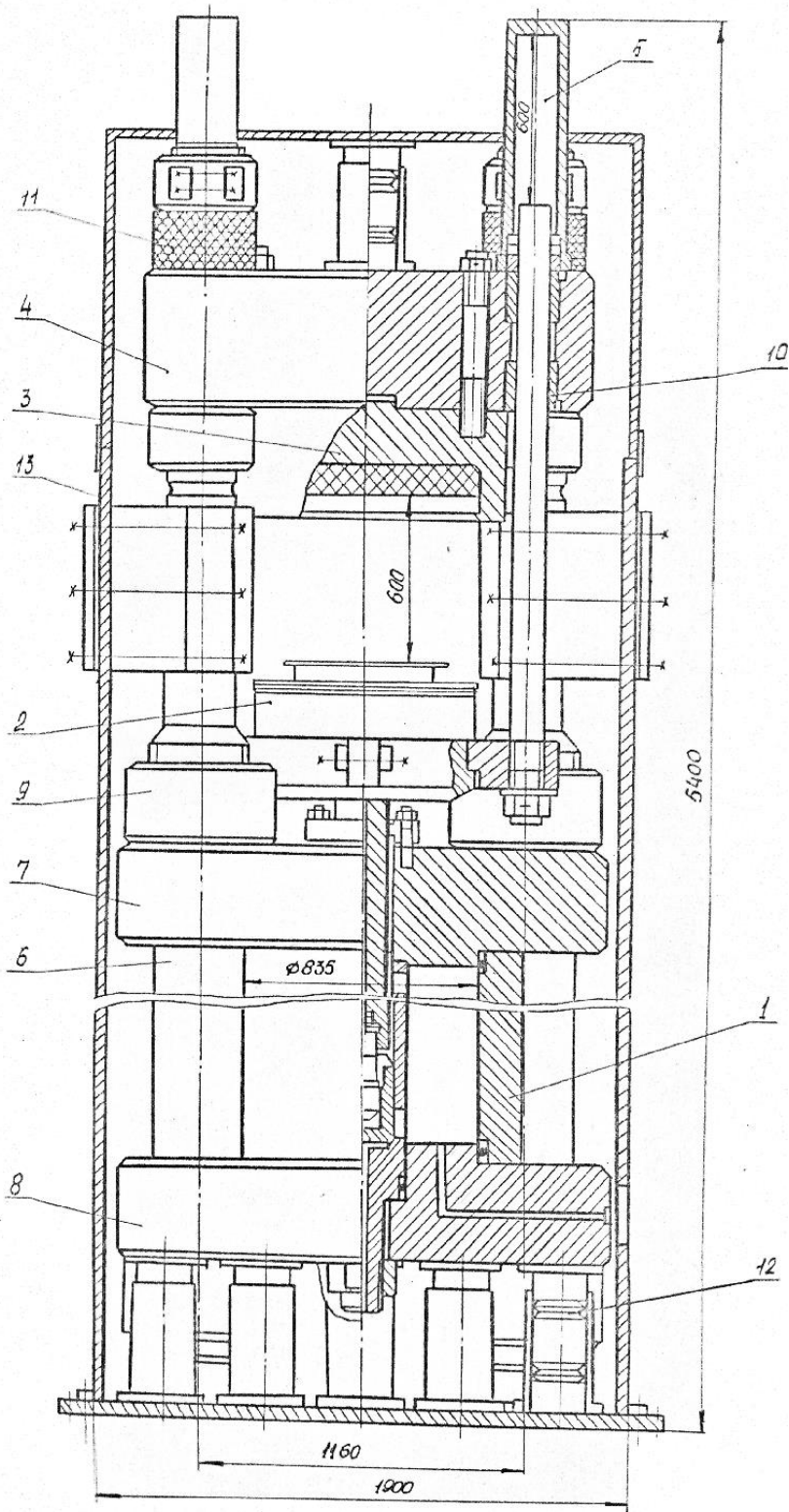


Рисунок 3.17 – Конструкція УДШРГУ - 300

Установка має чотири колони 6, що зв'язують верхню 4, середню 7 і нижню 8 нерухомі траверси. Кріплення колони в траверсах виробляється гайками 9.

Гайки, що кріплять колони у верхній траверсі, виготовляються складеними, застосування останніх полегшує монтаж преса. Половини гайок з'єднуються болтами. Гайки, що кріплять колони в середній і нижній траверсах, виготовляються цілими.

Колони рухаються у напрямку 10. Для гасіння енергії сприйманих ударів і зменшення вібрації машини на верхній траверсі укріплені шість пакетів амортизаторів 11.

Як амортизатори для 2 пакетів служать тарілчасті пружини, для інших пакетів застосовані резинOMETALЕВІ амортизатори; уся машина встановлена на восьми пакетах амортизаторів 12.

Установка закрита сталевим кожухом 13. Для зручності складання і розбирання кожух виконаний рознімним. Кріплення верхньої і нижньої частин його здійснюється за допомогою болтів.

Установка для штампування гумою складається з наступних агрегатів: власне машина, стіл переміщення формблока з заготовкою, стіл наклейки, гідропривід, установка індукційного нагрівання, пульт керування, електрошафа.

Стол переміщення формблока служить для виконання всіх підготовчих операцій, а також для введення і виводу платформи з формблоком і заготовкою.

Стол наклейки служить для термоізоляції робочої поверхні гуми в контейнері.

Конструкція установки для листового штампування з гідропружним приводом за технологічними можливостями відповідає установці динамічного штампування гумою в контейнері 800 мм /УДШР-800/, розробленої науково-дослідним інститутом авіаційної технології /НИАТ/ і побудованої на НКМЗ ім. В.І.Леніна.

Можна зазначити наступні переваги УДШРГУ-300 перед існуючою конструкцією УДШР-800: знижена маса в 3,6 рази (маса УДШР-800 223 т, маса нової установки 61,4 т); бесшаботна схема нової установки практично виключає передачу енергії на фундамент, що дозволяє виключити динамічні навантаження на будинки й обладнання; зменшується висота установки; знижується час контакту нагрітої заготовки з гумою за рахунок більш високої швидкості співударяння, що підвищує стійкість гуми; енер-

гія удару точно й оперативно регулюється, що підвищує надійність роботи машини.

Гідропружний привід дозволяє створювати обладнання для листового штампування еластичними середовищами з комбінованим впливом на листову заготовку статичними і динамічними навантаженнями.

У таких машинах статичне навантаження дозволяє робити операції із заповнення порожнини штампа при витягуванні, вібортовці, гнутті й т.ін. Динамічне навантаження дозволяє робити остаточне оформлення заготовки операціями формування, карбування.

На рисунку 3.18 зображена конструкція установки для статико-динамічного листового штампування з високоміцних і звичайних матеріалів у холодному стані (УСДШР-1200), характеристика її дана в таблиці 6.4.

Установка (рис.3.16) складається з робочого циліндра-акумулятора 1, контейнера 2, у якому розташована пружна мембрана 3. Уся машина встановлена на амортизатори 4 і закрита станиною 5, з фіксуючими положення машини верхніми амортизаторами 6. Між циліндром-акумулятором 1 і контейнером 2 встановлена напрямна - ємність 7, у якій може рухатися плунжер циліндра-акумулятора. Гідроциліндр 1 і контейнер 2 стягнуті скобами 8 у раму. Машина може зміщатися в осьовому напрямку відносно станини 5 по напрямляючим 9. В порожнині контейнера 2 розміщений підпружинений клапан 10.

Машина працює в такий спосіб. У вихідному положенні порожнина циліндра-акумулятора заповнена рідиною через підведення Л, у порожнину контейнера над клапаном 10 за підведенням Д і відводом Е подається рідина (звичайно вода або мінеральне мастило), забезпечується рівень на оцінці відводу. Е, клапан 10 підгорнутий до сидла пружинами. У контейнер 2 вштовхується стіл зі штампом і заготовкою і підгортається гідроциліндрами і клинами до мембрани контейнера 2. Через підведення Д подається рідина (вода, мінеральне мастило) від насосів або мультиплікаторів під тиском до 50 МПа. Забезпечується деформування листової заготовки мембраною, заповнення порожнини штампа. Клапан 10 при цьому закритий і підтримує тиск у порожнині над мембраною. Одночасно з подачею рідини під тиском через підведення Д подається рідина під тиском у підведення А для зарядки гідропружного циліндра-акумулятора 1 до заданого рівня тиску. Після закінчення статичного формування листової заготовки через підведення Б подається керуючий тиск рідини у гідроциліндр І. Плунжер гідроциліндра 1 розганяється і впливає на рідину у верхній частині контейне-

ра 2. У рідині рідко підвищується тиск /до 220 МПа/, відкривається зворотний клапан 10, і рідина високого тиску впливає на мембрану і заготовку, забезпечуючи остаточне заповнення порожнини штампа й оформлення рельєфу заготовки.

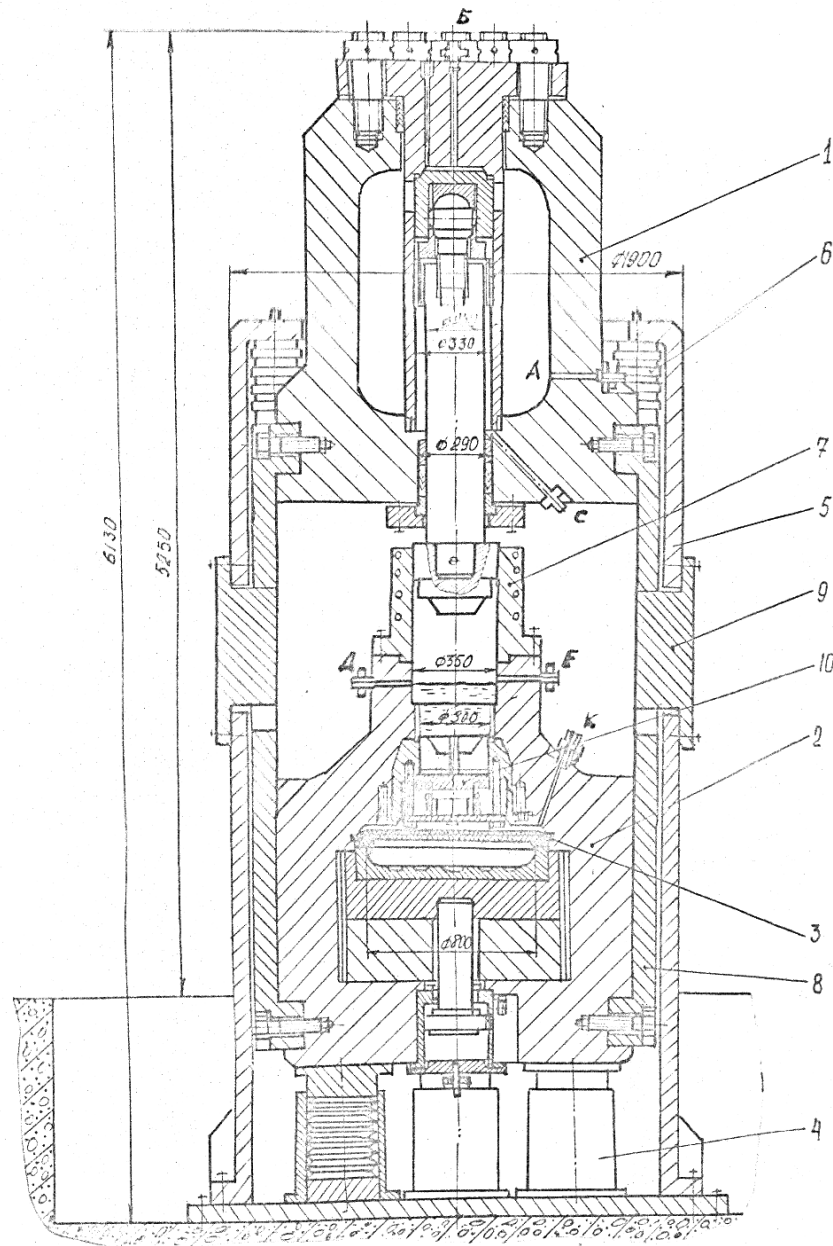


Рисунок 3.18 – Установка для статико-динамічного листового штампування

Тиск у гідроциліндрі - акумуляторі 1 падає і подачею рідини під тиском через підведення 3 забезпечується (кільцевим поршнем повернення плунжера у вихідне положення. Рідина з порожнини над мембраною 3 зливається через підведення Д, клапан 10 закривається, стіл із заготовкою висувається з контейнера 2 для знімання готової деталі і завантаження заготовки. Машина підготовлена до наступного циклу.

Розглянута машина для листового штампування статичними і дина-

мічними навантаженнями в порівнянні з існуючими, наприклад падаючими молотами для листового штампування, має наступні переваги: використаний високоефективний гідропружний привід машини, що дозволяє підвищити її енергію до 1200 кДж, що еквівалентно молоту з м.п.ч. 48 т (максимальний шаботний молот має м.п.ч. 25 т); застосована бесшаботна схема установки, що дозволяє знизити динамічні навантаження на фундамент, вбудовувати установку в потокові лінії; конструкція дозволяє навантажувати заготовку статичним, динамічним навантаженням окремо або спільно статичним і динамічним навантаженнями, чого поки не можна виконати на існуючих машинах, при цьому варто очікувати підвищення пластичності листових матеріалів. Забезпечується швидке і точне регулювання енергії удару за рахунок зміни тиску зарядження робочого циліндра, схема приводу зручна для програмного керування.

Розроблена машина легко стикується з існуючими пресами для листового штампування, модернізація яких може викликати створення унікального за технологічними можливостями обладнання.

Під керівництвом автора розроблений технічний проект установки для гідродинамічного штампування гумою УСДШРГУ-2000, характеристика якої наведена в таблиці 6.4.

Конструкція установки складається з трубного преса для гідростатичного штампування, у якому деформування заготовки виробляється в контейнері з поліуретановою діафрагмою. До преса пристроюється гідропружний циліндр і ємність з рідиною, з'єднана короткою гідролінією з контейнером преса. На гідролінії розміщаються зворотний клапан. При подачі тиску рідини в контейнер відбувається статична деформація заготовки в контейнері тиском до 100 МПа. Одночасно заряджається гідропружний циліндр. Після досягнення в контейнері заданого рівня тиску спрацьовує гідропружний циліндр і переводить потенційну енергію пружності рідини і металу в кінетичну енергію рухливої маси.

Рухлива маса наприкінці ходу розгону діє на рідину над зворотним клапаном і переводить кінетичну енергію рухливої маси в енергію тиску рідини. Величина цього тиску перевищує тиск у контейнері, зворотний клапан відкривається, стиснута рідина надходить у контейнер, доводячи тиск у ньому до 170 МПа. Цим тиском забезпечується остаточне формування заготовки.

Таким чином, гідропружний привід дозволяє створювати технологічне обладнання для листового штампування з більш широкими технологічними можливостями, чим існуюче.

Таким чином, розглянуті деякі проблеми створення сучасного ковальсько-пресового обладнання й установки для штампування обкатуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 **Зимин, А.И.** Периодическая система энерготипов кузнечно-прессовых машин //Машины и технология обработки металлов давлением: Сб. МВТУ им. Баумана. – М.: Машиностроение, 1967. – С.5-23.
- 2 **Добринский, Н.С.** Гидравлический привод прессов. – М.: Машиностроение, 1975. –222с.
- 3 **Живов, Л.И.** Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты, винтовые прессы, ротационные и электрофизические машины/ Л.И. Живов, А.Г.Овчинников. – К.: Вища школа, 1985. – 279с.
- 4 **Громов, Н.П.** Теория обработки металлов давлением. – М.: Metallургия, 1978. –360с.
- 5 **Соловцов, С.С.** Безотходная резка сортового проката в штампах. – М.: Машиностроение, 1985. –176с.
- 6 **Подрабинник, И.М.** Современные кузнечно-прессовые машины больших усилий: Обзор. – М.: НИИмаш, 1979. –48с.
- 7 **Бочаров, А.Ю.** Гидропривод кузнечно-прессовых машин/ А.Ю. Бочаров, В.Н.Прокофьев. – М.: Высш. школа, 1969. – 248с.
- 8 **А.с. 260408 СССР, МКИ В 21 D 37/12.** Винтовой пресс /А.Н. Силичев (СССР). - №906455/25-27; Заявлено 19.06.64; Опубл. 22.12.70, Бюл. №3. – 3с.
- 9 **Кривда, Л.Т.** Блок для штамповки обкатыванием усилием 300кН /Л.Т. Кривда, С.П. Гожий //Вестн. Киев. политехн. ин-та. Сер. Машиностроение. – 1993. – №30. – С.67-72.
- 10 **А.С. 889219 СССР, МКИ В 21 D 37/12.** Машина для сферодвижной штамповки /Л.Т.Кривда, А.С. Пшенишнюк (СССР). -№2627441/25-27; Заявлено 12.07.78; Опубл. 15.12.81, Бюл. №46. –3с.
- 11 **Пшенишнюк, А.С.** Регулирование угла наклона у прессов для штамповки обкатыванием /А.С. Пшенишнюк, Л.Т. Кривда, С.П. Гожий //Вестн. Киев. политехн. ин-та. Сер.Машиностроение. – 1993. – №30. – С. 62-67.
- 12 **А.С. 897340 СССР, МКИ В 21D 37/12.** Пресс для сферодвижной штамповки /Л.Т.Кривда, А.С. Пшенишнюк , В.Н. Пустовойтов (СССР). - №2579474/25-27; Заявлено 15.02.78; Опубл. 15.01.82, Бюл. №2. –3с.
- 13 **А.С. 950467 СССР, МКИ В 21D 37/12.** Пресс для сферодвижной штамповки /Л.Т.Кривда, А.С. Пшенишнюк , С.П. Гожий (СССР). - №3226272/25-27; Заявлено 30.1.80; Опубл. 15.08.82, Бюл. №30. – 2с.
- 14 **Пат.8115113 Франция, МКИ В 21 J 9/02; В 21 H 7/00.** Dispositia pour l'emboutissage de pieces par roulage /L.T Krivda, A.S. Pshenishnjuk, V.I. Gromov, V.A. Schukin; Kievskiy Politekhnickski Institute, SU –2 510 921; Заявл. 04.08.81; Опубл. 05.07.85, ВОПИ “Brevents”. – 16с.

Навчальне видання

РОГАНОВ Лев Леонідович

**СУЧАСНЕ КОВАЛЬСЬКО-ПРЕСОВЕ
ОБЛАДНАННЯ**

Навчальний посібник

(для студентів спеціальностей 7.090206, 7.090204)

Частина 1

Редактор

Комп'ютерна верстка

І. І. Дьякова

О.П.Ордіна

Вз.23/2005. Підп. до друку 05.03.08. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 3,26. Обл.-вид. арк. 3,32.
Тираж 55 прим. Зам. № 32.

Видавець і виготівник
«Донбаська державна машинобудівна академія»
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
серія ДК № 1633 від 24.12.2003