

ОБРОБЛЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ДЕТАЛЕЙ ГІДРО-ПРЕСОВОГО ТА ГІРНИЧОРУДНОГО ОБЛАДНАННЯ

Пушовський Євген Степанович

доктор технічних наук
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0001-7843-0922
puhovskije50@gmail.com

Приходько Василь Петрович

кандидат технічних наук
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0003-1852-3777
privas0718@gmail.com

Гладський Максим Миколайович

кандидат технічних наук
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
ORCID: 0000-0002-4547-7131
gladsky@gmail.com

Сучасне важке машинобудування характеризується значною часткою дрібносерійних і одиничних форм виробництва. Машини, вироблені для металургійної, енергетичної, гірничодобувної, хімічної промисловості, характеризуються високою металомісткістю і високою трудомісткістю їх виготовлення. Для виготовлення великогабаритних деталей використовується або універсальне обладнання та оснащення, або створюються технологічні комплекси, засновані на використанні унікального обладнання, великих приладів і провідників, а в деяких випадках – оригінальних інструментів (*Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei zi znospsiykimi naplavochnimi materialami. (2015)*). При складанні таких вузлів і верстатів широко використовується фітінговий спосіб. У зв'язку зі специфічними особливостями оброблення важких і великогабаритних деталей і низькою серійністю їх виробництва, при розробці технології неможливо механічно впроваджувати прогресивні методи і способи оброблення, а також організації роботи, що широко застосовуються в великомасштабному і масовому виробництві галузей, не пов'язаних з важким машинобудуванням. При обробленні цих деталей часто виникає необхідність в оригінальних технічних рішеннях (Khruvskiy A.A., Slatvinskiy N.N., Chumak U.I. (2016), Stefaniv B.V. (2020)).

Основними завданнями при обробленні важких і великогабаритних деталей є: досягнення необхідної геометрії точності, шорсткості поверхні і фізико-механічних властивостей поверхневого шару. Чистові та оздоблювальні операції, в процесі яких формуються фізико-механічні властивості поверхневого шару масивних деталей, а отже, і їх експлуатаційні якості, засновані на різанні матеріалів, в тому числі наплавлених при ремонті зносостійких покриттів (Mazin F., Bhaskaran G., Sabin V., (2023); Xinfeng Liu, Riliang Liu, Jaming Feng, (2023)).

Оброблення великогабаритних деталей дуже трудомістке, пов'язане з великою витратою часу. Тому одним з основних питань, які доводиться вирішувати в важкому машинобудуванні, є підвищення продуктивності оброблення в результаті застосування передових технологічних рішень, подальше збільшення виробничого оснащення, його спеціалізації, механізації та часткової автоматизації (Dobrianskiy S.S., Malafeev U.M., Pukhovskiy E.S. (2014); Pukhovskiy E.S. (2021)).

Значним резервом підвищення продуктивності праці у важкому машинобудуванні є раціональна організація виробництва великогабаритних деталей, заснована на використанні групових технологічних процесів, типізації процесів, нормалізації обладнання та інструментів, централізації технологічної підготовки виробництва, впровадженні науково-технічних досягнень (Kirilovich V.A., Melnichuk P.P., Yanovskiy V.A. (2017); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei, (2015)*).

Гірничорудна та металургійна промисловість є найбільш експортно орієнтовані галузі в нашій країні. Тому надзвичайно актуальна проблема забезпечення цих виробництв сучасним обладнанням, що виготовляється на заводах важкого машинобудування (Tokarno-karuselniy verstat Hwacheon HVT-2025M, (2021); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei, (2015)*). Значним резервом підвищення довговічності роботи великогабаритних деталей є відновлення їх робочих поверхонь після роботи у надскладних умовах гірничорудної промисловості. Велика матеріалоемісність таких деталей обумовлює необхідність повернення поверхонь тертя до початкових показників за рахунок нанесення різних зносостійких матеріалів. При цьому майже завжди характеристики робочих поверхонь перевищують показники нових деталей. Це дозволяє значно зменшити капітальні затрати на обладнання та поліпшити експлуатаційні характеристики відновлених деталей. В останній час проводиться багато дослі-

джен в цій царині, які дозволяють впроваджувати у виробництво способи нанесення зносостійких покриттів, та технології їх обробки для забезпечення високих показників при роботі гірничого та гідро пресового обладнання (Khurtskiy A.A., Slatvinskiy N.N., Chumak U.I. (2016); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei*, (2015); Mazin F., Bhaskaran G., Sabin V. (2023); Olt J., Krasny V., Maksarov V. (2019); Xinfeng Liu, Riliang Liu, Jaming Feng, (2023)).

Мета роботи. Підвищення ефективності обробки великогабаритних деталей гірничорудного та гідро пресового обладнання на основі оптимальних технологічних процесів та сучасного верстатного обладнання.

Ключові слова: великогабаритні деталі, механічна обробка, гірничорудне обладнання, гідро пресове обладнання, станина, архітавр, корпус.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.1.11>

Викладення основного матеріалу. Корпусні деталі гідро пресового обладнання (станини, траверси та архітаври) сприймають основні навантаження, що виникають у процесі роботи машини. За своїм конструктивним виконанням в межах одного і того ж преса вони дуже схожі. Загальними технологічними завданнями під час їх оброблення є: отримання однакових міжосьових відстаней отворів під колони, забезпечення паралельності та одно площинності основних торцевих поверхонь, отримання перпендикулярності осей отворів під циліндри та колони до основних торцевих поверхонь.

Корпусні деталі гідро пресового обладнання виконуються цільно-литими, зварними, зварено-литими, складеними та збірно-листовими. Цілісно литі конструкції мають меншу масу і менш трудомісткі при обробленні та складанні, ніж складені, тому вони застосовуються у всіх випадках, коли можливості ливарних цехів дозволяють відлити, а механічних – обробити заготовку.

До станин, траверсів і архітаврів пресів пред'являються високі технічні вимоги, обумовлені великою відповідальністю цих деталей у процесі експлуатації у заготовках не допускається наявність тріщин, пухкостей, пор та усадкових раковин; допустима не площинність нижньої основи архітавра та траверси, а також верху станини не більше 0,1 мм на довжині 1000 мм у всіх напрямках; непаралельність торців отворів під колони та циліндри до площини нижньої основи архітавра або траверси та верху станини допускається в межах 0,1 мм на довжині 1000 мм; допустима не перпендикулярність

осей отворів під колони та циліндри до площин нижньої основи архітавра та траверси, а також верху станини 0,1 мм на довжині 1000 мм; непаралельність осей отворів під колони та циліндри допускається не більше 0,1 мм на довжині 1000 мм; допустима не співвісність посадкових поясків отворів під колони та циліндри 0,1 мм; відхилення міжосьових розмірів отворів під колони допускається в межах від $\pm 0,5$ до $\pm 1,5$ мм, а по діагоналях – від $\pm 0,7$ до ± 2 мм; допустима не перпендикулярність стикових площин для приєднання столу до верхньої основи станини 0,1 мм на довжині 1000 мм.

Станини, траверси та архітаври можна обробляти за кількома технологічними схемами. Найчастіше застосовується схема, коли оброблення торцевих базових поверхонь проводиться на поздовжньо-стругальному або поздовжньо-фрезерному верстаті з подальшим розточуванням всіх отворів на верстаті.

Коли центральний отвір має порівняно великі розміри і його важко обробити на верстаті, спочатку обробляють базові площини на поздовжньо-фрезерному або поздовжньо-стругальному верстаті, потім розточують центральний отвір на карусельному верстаті, а решта – на розточувальному верстаті. У цьому випадку можна також обробити торцеві базові поверхні та центральний отвір на карусельному верстаті, а потім усі інші отвори – на розточувальному. При цьому необхідно, щоб габаритні розміри та маса деталей, що оброблялися, відповідали параметрам карусельних верстатів. Якщо габаритні розміри деталей занадто великі і на наявних карусельних,

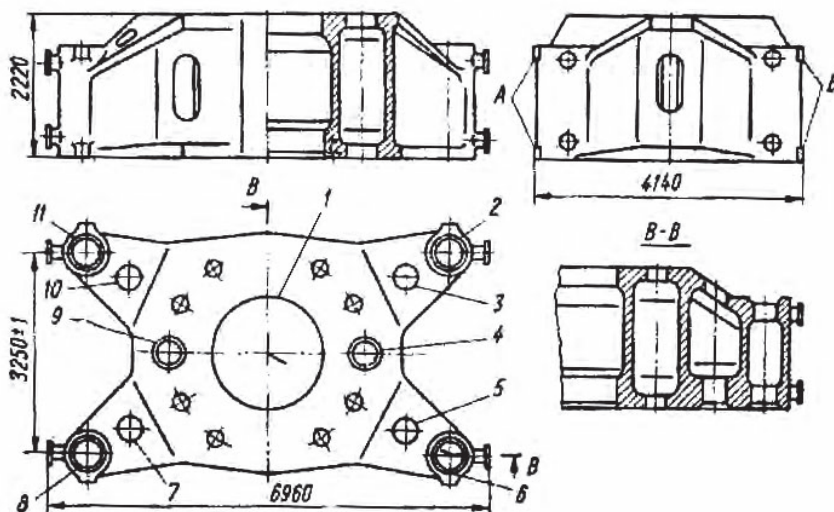


Рис. 1. Архітавр гідропресу

поздовжньо-стругальних і поздовжньо-фрезерних верстатах їх обробити неможливо, то для цього використовують розточувальні верстати.

На рис. 1 представлено креслення архітавра преса зусиллям 39,2 МН. Технологічний маршрут його оброблення складається з наступних операцій:

Розмітка. На цій операції наносять осьові лінії, перевіряють величину припусків і розмічають під оброблення верх, основу та бічні бази А і Б.

Стругання. На поздовжньо-стругальному верстаті стругають верх і основу А з одного ходу бокового супорта. Після переустановки та вивіряння деталі стругають основу та базу Б з одного ходу бокового супорта.

Розмітка. Відновлюють осьові лінії та розмічають під розточування отвори 1-11.

Розточування. На верстаті колонкового типу розточують отвори 1-11 за допомогою борштанги.

Розмітка. Розмічають отвори під свердління (на верстатах з ЧПУ розмітка отворів закладена в програмі обробки).

Свердління. На радіально-свердлильному верстаті свердлять отвори та нарізають на них нарізі М64.

Слюсарне оброблення. Зачищають задирки та гострі кромки після стругання та свердління.

Контроль. Виконують остаточний контроль на підставі операційного контролю та зовнішнього огляду.

Зазвичай операція розмітки станин, траверс та архітаврів проводиться з однієї установки. Деталь встановлюється довгою бічною стороною на розмічальній плиті. При розмітці за основу приймаються зовнішні необроблені поверхні станин, траверс і архітаврів.

Найбільш поширеним способом оброблення торцевих поверхонь є стругання їх на поздовжньо-стругальному верстаті. При встановленні на верстаті деталь розташовують таким чином, щоб навантаження на стіл було рівномірним. Спочатку стругання ведеться за розміткою, подальше встановлення та вивіряння деталей здійснюються з використанням раніше оброблених поверхонь. Для забезпечення одно площинності та паралельності поверхонь при чистовому струганні застосовують твердосплавні різці марки Т5К10 з розворотом різальної кромки під кутом 45...65°.

Технологічні бази, що використовуються на розточувальних операціях, обробляються одночасно зі струганням торцевих поверхонь. Ці бази передбачаються креслеником у вигляді припливів на бічних поверхнях станин, траверс і архітаврів. Їх стругають начисто бічними супортами з однієї установки різця і ходу супорта для забезпечення їх одно площинності.

Найвідповідальнішою є операція розточування отворів під циліндри, колони, плунжери та тяги. Деталі встановлюються на розточувальних верстатах на простругані базові майданчики, причому основна торцева базова сторона має бути звернена до шпинделя. Базова площина деталі повинна розташовуватися паралельно ходу колони верстата у вертикальній площині. Деталь кріпиться у місцях опор болтами, накладними скобами та гайками.

Отвори в станинах, траверсах і архітаврах можна розточувати інструментом, закріпленим на шпинделі,

з однієї установки деталі, з переустановкою деталі, поворотом деталі на поворотному столі, а також із застосуванням борштанги з однієї установки деталі. Вибір того чи іншого способу розточування залежить від розмірів і маси деталей, що обробляються, діаметра шпинделя, його вильоту і оснащеності розточувального верстата спеціальними пристроями.

Спочатку отвори розточують начорно по розмітці з припуском до 10 мм на діаметр. Після додаткової перевірки точності установки деталі розточують начисто центральний отвір, потім – всі інші отвори.

При обробленні отворів діаметром до 250 мм та значної довжини застосовується принцип глибокого свердління із зовнішнім відведенням стружки. При цьому отвір заздалегідь засвердлюється звичайним спіральним свердлом і розточується оправкою для направлення головки глибокого свердління.

Виготовлення складових станин, траверс та архітаврів пов'язане зі значними труднощами, зумовленими додатковим обробленням стикових поверхонь, отворів кріплення та виготовленням кріплення. Після роздільного оброблення окремих частин необхідно забезпечити збирання деталей та необхідну кінцеву точність їх виготовлення.

Більше доцільно застосування складових станин, траверс і архітаврів, деталі яких не потребують додаткового оброблення після збирання. Це складові деталі великих горизонтальних пресів (передня, рухома і задня траверси), окремі деталі великих вертикальних пресів (станини, архітаври, рухомі траверси), які не мають на площині роз'ємів великих посадкових отворів, що розточуються у зібраному вигляді.

Існують станини та архітаври, що складаються з двох або декількох частин, лінія роз'єму яких проходить по осі отворів циліндрів. У цьому випадку верстатне оброблення пов'язана безпосередньо зі слюсарно-складальною роботою, так як у більшості випадків маса складеної складової деталі перевищує вантажопідйомність мостових кранів, тому складання проводиться на плитних настилах верстатів у вихідному положенні для оброблення. При цьому потрібно прагнути до того, щоб усі поверхні, що підлягають спільному обробленню, були виконані за одну установку, бо кожне нове перевстановлення пов'язана з розбиранням та новим складанням складових деталей.

Базові деталі машин гірничорудної промисловості та обладнання механічного кріплення шахт, що мають значні габаритні розміри та масу, відрізняються досить складною технологією виготовлення. Прикладом можуть бути станини конусних дробарок для дроблення руд чорних і кольорових металів, а також інших матеріалів. Станини дробарок великого дроблення виконуються збірними, а дрібного та середнього – цільнолитими.

На рис. 2 показана станина конусної дробарки 2100, відлита зі сталі 35Л. Маса деталі 15 т.

До виливки та механічного оброблення станини пред'являються такі технічні вимоги: поверхні виливки, що не потребують механічного оброблення, можуть мати дрібні дефекти у вигляді земляних або газових раковин

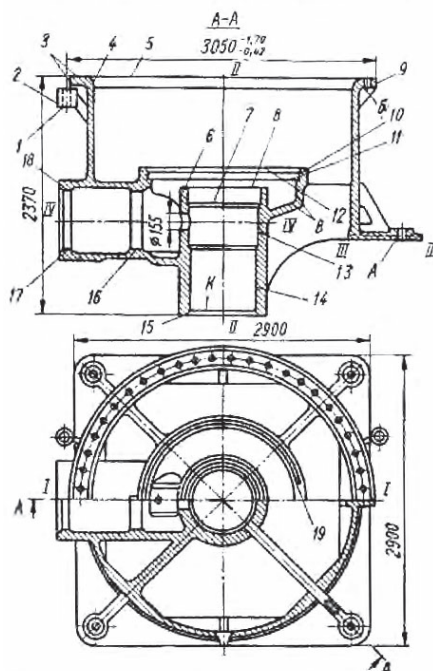


Рис. 2. Станина конусної дробарки 2100 для середнього дроблення

глибиною не більше 5 мм; між шаблоном, що спирається на верхню поверхню фланця, та внутрішньою конічною поверхнею допускається зазор до 0,05 мм; допустимий ексцентриситет конусної поверхні 4 та циліндричних поверхонь 10, 13 та 14 щодо осі симетрії не більше 0,1 мм; допустима непаралельність між поверхнею К і горизонтальною поверхнею верхнього фланця не більше 0,2 мм; не перпендикулярність поверхні До вертикальній осі розточеної поверхні отвору 13 по довжині 750 мм не повинна перевищувати 0,1 мм; непаралельність горизонтальної осі розточених поверхонь 16 і 17 отворів щодо поверхні До на довжині 1000 мм не повинна перевищувати 0,3 мм; допустиме розбіжність осей отворів 13 і 14 трохи більше 0,3 мм.

Технічні умови та конструктивні особливості станини обумовлюють наступний порядок її оброблення: розмітка заготовки, послідовне оброблення циліндричних поверхонь, концентричних до осі II-II та пов'язаних з ними торцевих поверхонь, циліндричних та торцевих поверхонь, розташованих на осі IV-IV, перпендикулярної до осі II-II, шпонкового паза 19, оброблення отворів та нарізування нарізей.

На станині розмічаються центри отворів під розточування, наносяться координуючі осі I-I, II-II, III-III, IV-IV, перевіряються вертикальність поверхонь А, Б та припуски на механічне оброблення.

Механічне оброблення станини може проводитись за двома варіантами. За першим варіантом із двох установок деталі на карусельному верстаті обробляються торці та отвори, концентрично розташовані щодо осі II-II.

На першій установці станина поверхнею А (рис. 2) встановлюється на призми та закріплюється на планшайбі планками та болтами. Обробляється поверхню 9, підрізаються торці 1, 2, 5, 8 і 12, розточуються отвори 6, 10, 13, 14, підрізаються торці 7, 11, обробляються кону-

сні поверхні 3, 4 і проточується поверхня В масляної ванни. Розміри контролюються індикаторними скобами та шаблонами.

На другій установці станина встановлюється обробленим торцем 5 на планшайбу та закріплюється у кулачках. Підрізається розмір торця 15 і на ньому проточуються ущільнювальні канавки. Розточування отворів діаметром 155 мм та отворів 16, 17 під корпус приводу виконується на верстаті колонкового типу з діаметром шпинделя 180 мм. Станина ставиться на плиту розточувального верстата торцем фланця 5. Після вивірки шпиндель встановлюється для оброблення отвору діаметром 155 мм, отворів 16 і 17 та торця 18.

Для фрезерування паза 19 станину встановлюють на торець 18 і фланець розміром 2900 × 2900 мм. Паз фрезерують за розміткою. Глибина паза контролюється шаблоном, базою для якого служить поверхня 10. Отвори, розташовані на торцях 15 і 18, свердлять по кондукторам, а всі інші – по розмітці.

За другим варіантом оброблення станини починається з розточувальної операції, а потім проводиться оброблення на карусельному верстаті. Трудомісткість оброблення за цим варіантом на 47% більше трудомісткості за першим варіантом, тому другий варіант використовують лише за відсутності карусельних верстатів необхідних розмірів. Підвищення ефективності обробки таких деталей можливе при застосуванні сучасних верстатів з ЧПК, адже при цьому відпадає необхідність в операціях розмітки, які займають ліву частку допоміжного часу.

Прикладом таких верстатів можуть служити токарно-карусельні верстати Hwacheon, один з яких показаний на рис. 3. Серія HVT з нерухою траверсою, спроектована для токарної обробки точних деталей. Під час обробки головний рух різанням здійснюється першим

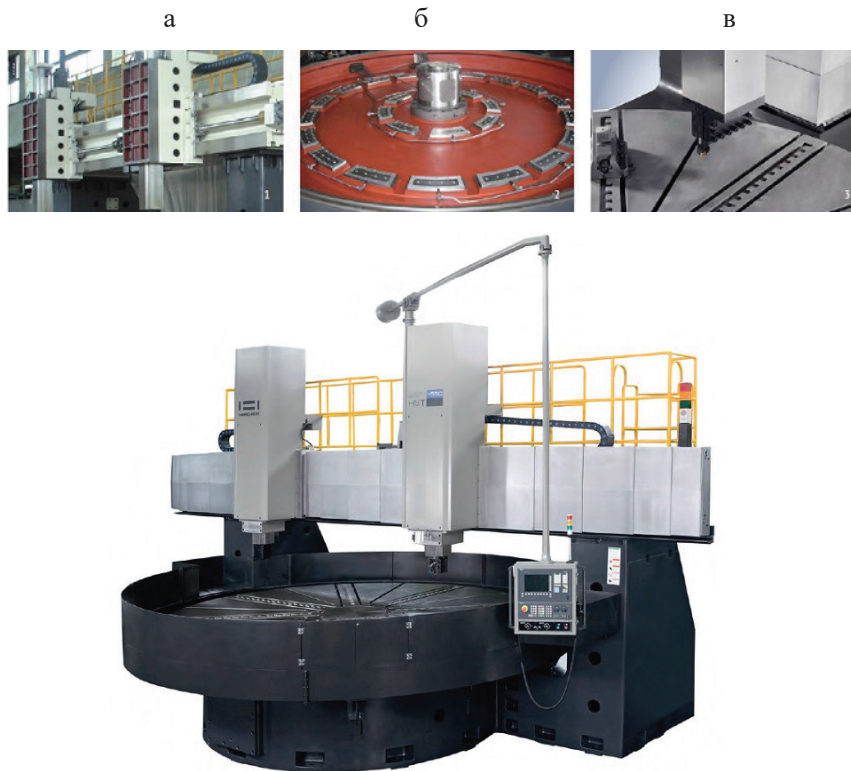


Рис. 3. Токарно-карусельний верстат з ЧПУ з нерухомою траверсою Hwacheon HVT-6080

а. Траверси з двома супортами

б. Гідростатичний підшипник

в. Планшайба з чотирма незалежними кулачками

супортом, при цьому другий супорт може бути застосований для зменшення часу обробки як в ручному режимі, так і в автоматичному. Низька собівартість деталі досягається синхронною обробкою двома токарними супортами верстата серії HVT.

Таблиця 1

Характеристики верстата Hwacheon HVT-6080

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Діаметр планшайби | 6000 мм |
| Максимальний діаметр над станиною | 8000 мм |
| Максимальний діаметр точіння | 8000 мм |
| Максимальна висота різання | 1100 мм |
| Швидкість обертання стола (об/хв) | 0,5-40 |
| Максимальна вага заготовки | 100000 кг |
| Переміщення по осі X | 4500 мм |
| Переміщення по осі Z | 1000 мм |
| Потужність двигуна стола | 192 кВт |
| Висота | 12500 мм |
| Довжина x Ширина | 14530 x 12600 мм |
| Вага верстату | 250000 кг |
| Тип ЧПУ | Siemens-840Dsl |

При видобутку корисних копалин відкритим способом широко використовуються крокуючі та гусеничні екскаватори. Базові деталі екскаваторів являють собою великі зварні вузли, що складаються з прокату і сталевих лиття. Остаточне оброблення литих деталей викону-

ють до зварювання, у результаті цього різко знижується питома вага механічного оброблення під час виготовлення базових деталей екскаваторів, відпадає необхідність застосування унікальних верстатів. Оскільки обсяг випуску екскаваторів збільшується, доцільно замінити унікальне обладнання на стендове оброблення з використанням відносно невеликих розточувальних та агрегатних верстатів.

Прикладом зварної конструкції коробчатого перерізу може бути стріла екскаватора ЕКГ-4,6А (рис. 4). Вона складається з власне стріли I, п'яти II, привареної до нижньої частини стріли і являє собою сталевий вилівок з двома опорними вушками. На стрілі середньої частини приварюється сталева плита напірного механізму IV, на який встановлюється кожух III. Маса стріли після оброблення складає 8630 кг. При механічному обробленні стріли повинні виконуватися такі технічні умови: непаралельність та перекіс осі отвору діаметром 260H8 та 270H8 не більше 0,2 мм на довжині 882^{+0,3} мм; непаралельність та перекіс осі отвору діаметром 190H7 щодо осі отвору діаметром 260H8 не більше 2 мм на довжині 1000 мм. Стріла обробляється у дві стадії. На першій стадії обробляються елементи стріли під зварювання, на другій – проводиться оброблення після зварювання. Перед зварюванням обробляють п'яту та плиту напірного механізму. П'ята обробляється остаточно з розточуванням отвору в вухах діаметром 110 мм.

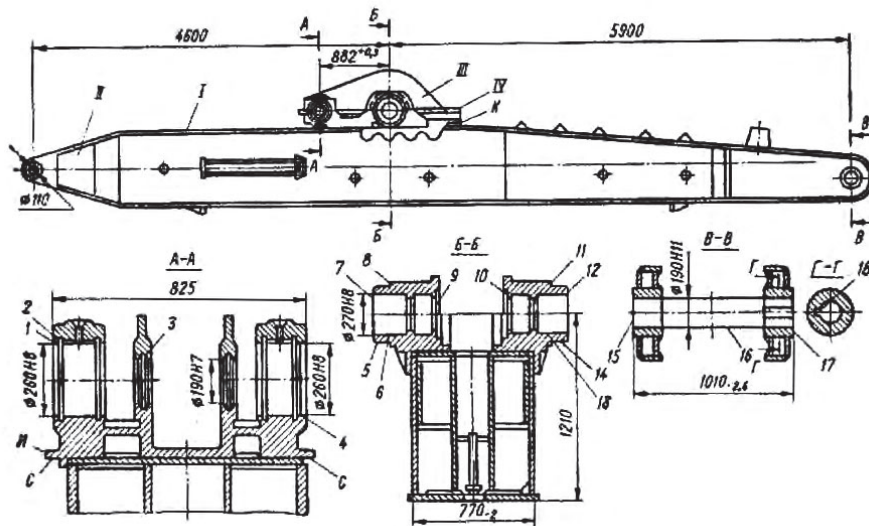


Рис. 4. Стріла екскаватора ЕКГ-4.6А

У плити напірного механізму розмір обробляють підшву і поверхні С, И, К, які є базовими при установці стріли на розточувальні операції, а також площини роз'єму під кришки підшипників і кожух масляної ванни, свердлять отвори і нарізають нарізи під шпильки для кріплення кришок підшипників і болтового кріплення кожуха. Потім виконують складання з кришками, розточують отвори з припуском 5 мм на бік під підшипники і підрізають їх зовнішні торці з припуском 5 мм на кожний торець.

На другій стадії після зварювання та відпалу стріли розточують начисто систему паралельних отворів для механізмів стріли. Ця операція виконується на спеціальному стенді (рис. 5), змонтованому на настіль і що складається з правої та лівої стійок 2, на яких розташовані підшипники 10 для установки борштанг, розташовані на валу 9, двох упорів 6, гвинтів затискних 5 і 7, кронштейна 8, упору 2 установки та двох упорів 1.

Оброблення ведеться двома розточувальними верстатами 3 і 4, що мають діаметри шпинделів відповідно 110 і 125 мм. При обробленні стріла встановлюється поверхнями С (рис. 5) на базові поверхні упорів 1, 6, потім гвинтами 7 притискається поверхнею К до упору 9, а гвинтом 5 – поверхнею И до упорів 6 і 1.

Отвори 1, 4, 6, 13 та канавку 2 (рис. 5) розточують верстатом з діаметром шпинделя 125 мм. Тут же підрізають їх торці 7, 9, 10, 12 і обточують поверхні 5, 8, 11, 14. Потім на площину роз'єму рами опорного механізму встановлюється і зміцнюється кожух III і розточуються 3 поверхні ущільнювальних канавок.

Другим розточувальним верстатом з діаметром шпинделя 110 мм розточують отвір 16 під вісь головних блоків, підрізають торці 15, 17 і знімають фаски, на поверхні 18 свердлять отвори діаметром 32 мм на довжину 150 мм по кондуктору 1, який встановлюється в отвір діаметром 190H11.

Найбільшою деталлю механізованого шахтного кріплення, в якому монтується гідравлічні стійки домкрата, є основа секції (рис. 6). В якості заготовки для неї

використовується сталеве лиття прямокутної форми розмірами 600×1600×270 мм. Маса деталі 360 кг.

Першою операцією є фрезерування базової поверхні деталі, встановленої та закріпленої у спеціальному пристрої на поздовжньо-фрезерному верстаті моделі 6632 при швидкості різання 120 м/хв, подачі 0,8 мм/об. Поштучний час на оброблення становить 2,2 хв.

На чотири шпиндельному двосторонньому розточувальному верстаті розточують два отвори діаметром 130H8 під циліндри домкрата. На верстаті встановлюють дві деталі та обробляють чотири отвори одночасно трирядними блоками. Швидкість різання 60 м/хв, подача 0,4 мм/об, поштучний час 2,3 хв.

Свердління восьми отворів діаметром 26 мм під кріплення верстатів проводиться на восьми шпиндельному верстаті МЗАЛ при швидкості різання 30 м/хв, подачі 0,3 мм/об, поштучному часі 1,8 хв. Інші отвори свердлять на радіально-свердильних верстатах 2А55, оснащених кантувачами для повороту деталі на 90°.

До великогабаритних деталей гірничорудного обладнання відносяться корпуси врубових машин, що сприймають значні динамічні навантаження. Їх виготовляють переважно із сталевого лиття.

При обробленні корпусів врубових машин необхідно дотримуватись прямолінійності базуючих поверхонь, перпендикулярності осей отворів до торцевих поверхонь, забезпечувати точність і співвісність отворів, а також їх правильне розташування в корпусі. На рис. 7 показаний корпус різальної частини врубової машини. Маса корпусу після оброблення 345 кг.

На поздовжньо-стругальному верстаті обробляють площини 1 одночасно у п'яти заготовках. Заготовки базують на необроблених поверхнях А, Б і закріплюють на столі верстата. Потім деталь поверхнями А і Б встановлюють на вертикально-фрезерному верстаті, де торцевою фрезою обробляють площини бобишки 5.

На наступній операції готують технологічну базу для подальшого оброблення, свердлять, зенкерують і роз-

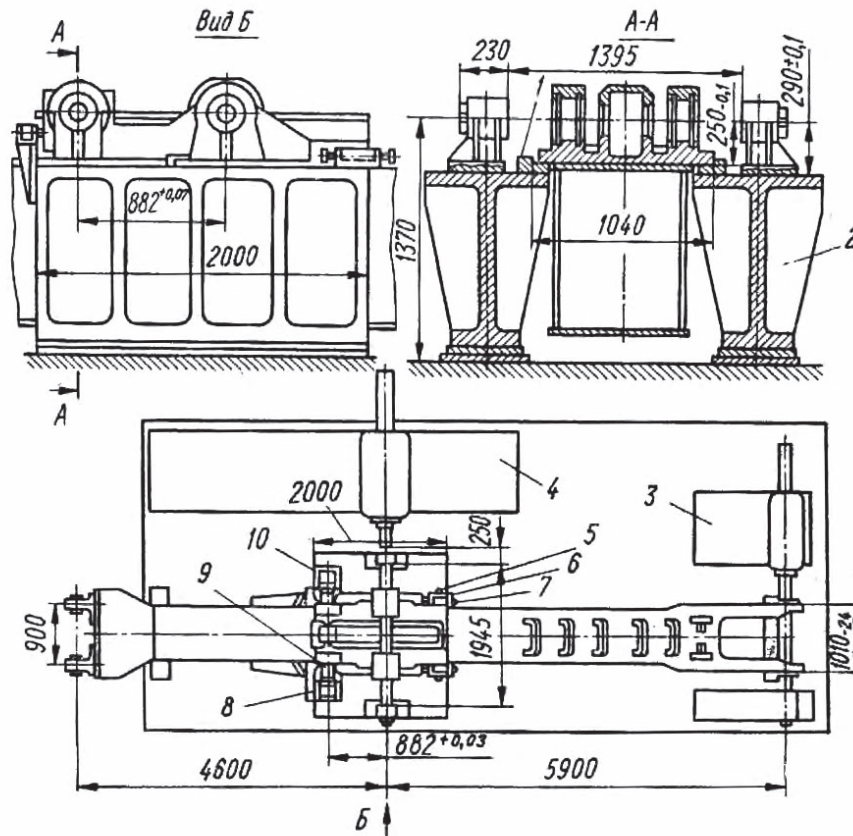


Рис. 5. Стендове оброблення стріли екскаватора ЕКГ-4,6А

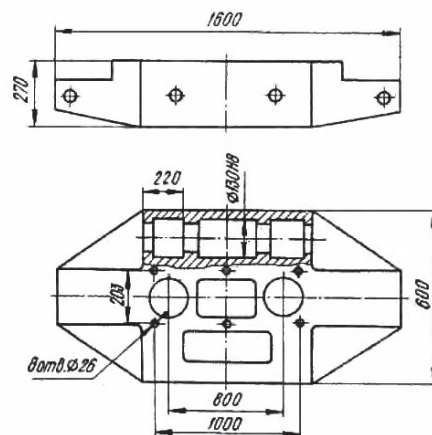


Рис. 6. Ескіз основи секції механізованого кріплення

гортають два отвори 3 на радіально-свердлильному верстаті. Тут же при базуванні деталі з обробленої площини 1 свердлять решту отворів і нарізають у них нарізи.

Далі деталь встановлюють на два отвори 3 з опорою на площину 1 на столі поздовжньо-стругального верстата і стругають площини 4, 6, 7 одночасно на п'яти заготовках.

При постійному базуванні попередньо розточують одночасно два отвори 9, послідовно чотири отвори 8 та два отвори 10 на горизонтально-розточувальному верстаті за допомогою кондуктора.

Із застосуванням спеціального пристрою розточують отвір 2 начорно, а потім начисто, остаточно розточують отвори 9, 8 і 10.

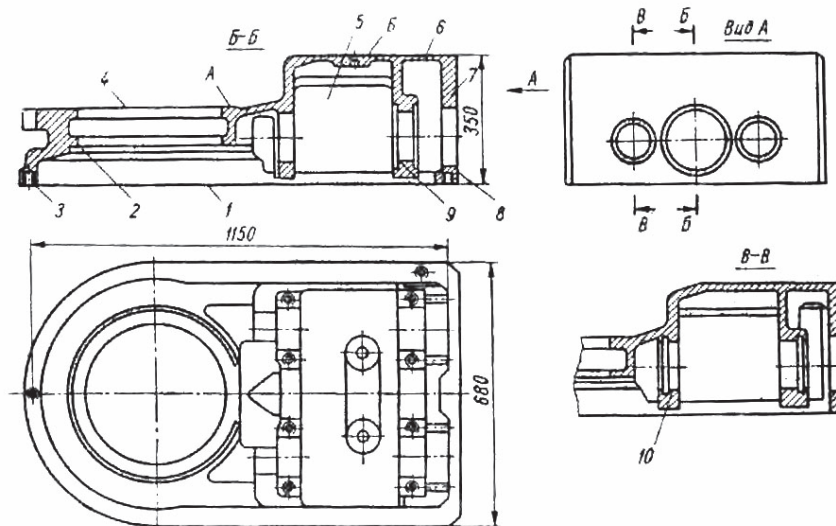


Рис. 7. Корпус різальної частини врубкової машини

При обробленні корпусу різальної частини врубкової машини передбачається незмінність базування на всіх основних операціях, що дозволяє виключити операцію розмітки і значно знизити між операційні припуски на оброблення.

Велика матеріалоемність деталей гідро пресового та гірничорудного обладнання зумовило проблему відновлення робочих поверхонь великогабаритних корпусних деталей. Головною причиною значних затрат на ремонт та технічне обслуговування технологічного обладнання гірничорудних підприємств є його інтенсивний знос внаслідок роботи в агресивних середовищах, а відновлення деталей застосовується в основному при відсутності запасних частин. Метод відновлення повинен забезпечувати повноцінність деталі в умовах експлуатації та бути економічно доцільним. Найбільш поширеним методом відновлення поверхонь є плазмове та газове напалення, яке має кілька модифікацій: електроіскрове нанесення покриттів, фінішне плазмове зміцнення, плазмодугове напалення, газо полум'яне напалення, детонаційно-газовий метод напалення, електроіскрове легування та інші. В процесі переносу матеріалу електроду на оброблювану поверхню формується два шара:

внутрішній дифузійний шар глибиною 50 мкм та зовнішній шар товщиною 20 мкм, який складається з матеріалу електроду. При плазмодуговому напаленні порошковими та дровими матеріалами проходить кристалізація матеріалу під впливом плазмової дуги плазмотрону. В якості плазми утворюючого газу використовується аргон, водень, гелій та азот. Для напалення може бути використаний будь який порошковий матеріал.

Напалені поверхні зазвичай оброблюються на металорізальних верстатах методами різання. При цьому досягаються необхідні точність та шорсткість, а поверхні деталей відрізняються підвищеними параметрами якості з точки зору зносостійкості.

Висновки. Розглянуто технологічні процеси виготовлення великогабаритних деталей гідро пресового та гірничорудного обладнання. Приведені умови базування деталей, припуски на обробку, режими різання, пристосування, інструмент та верстати з ЧПК. Відзначена важливість застосування прогресивних методів відновлення робочих поверхонь корпусних деталей та їх подальшої механічної обробки з метою підвищення довговічності роботи унікальних машин та механізмів гірничорудної промисловості.

Бібліографічні посилання:

1. Tokarno-karuselnyy verstat Hwacheon HVT-2025M – URL:(2021) [Lathe – carousel machine Hwacheon HVT-2025M], URL: [https://www.ltd.ro/assets/150129-hvt-2025m\(t\)-\(en\).pdf](https://www.ltd.ro/assets/150129-hvt-2025m(t)-(en).pdf). (in Ukrainian).
2. Dobrianskiy S.S., Malafeev U.M., Pukhovskiy E.S. (2014), Proektuvannia i virobnitstvo zagotovok. [Design and production of blanks]. – NTUU(KPI), -354 s. (in Ukrainian).
3. Khrutskiy A.A., Slatvinskiy N.N., Chumak U.I. (2016), Progresivni metodi vidnovlennia detalei girnichikh mashin. [Progressive methods of restoration of parts of mining machines]. Kramatorsk, Girnichiy visnik, vip.101. (in Ukrainian).
4. Kirilovich V.A., Melnichuk P.P., Yanovskiy V.A. (2017), Osnovi tekhnologii obrobki poverkhon detalei mashin. [Basics of surface treatment technology of machine parts]. Zhitomir, vid. O.O. Evenok. – 216 s. (in Ukrainian).
5. Mazin F., Bhaskaran G., Sabin V., (2023), Determination of cost-effective range in surface finish for single pass turning. DOI: 101504/UMR.2023.10052034.
6. Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei zi znosostyikimi naplavochnimi materialami. (2015), [Mechanical processing of large parts with wear – resistant materials] : monographiia / F.V. Novikov, V.O. Andilalhai, I.E. Ivanov F. V. – Kharkiv: KHEU, im. S. Kuznetzia, – 312 s. (in Ukrainian).
7. Olt J., Krasny V., Maksarov V., (2019), Study of bearing units wear resistance of engines career dump trucks , working in fretting corrosion conditions. Journal of mining Institut, 235 (1), 70-77.

8. Pukhovskiy E.S. (2021) *Progresivni protzesi obrobki materialiv. (elektronniy resurs)*, [Progressive processes of materials processing], (1 fail 8,38 MB), Kiyv, NTUU (KPI) im. I. Sikorsogo, – 132 c., <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41197> . (in Ukrainian).

9. Stefaniv B.V. (2020). *Osoblivosti vsdnovlennia robochikh organiv burovikh dolit*. [Peculiarities of restoration of working bodies of drilling holes] *Avtomatichne zvaruvannia* . – N6, – s. 45-47. (in Ukrainian).

10. Xinfeng Liu, Riliang Liu, Jaming Feng, *Cutting force modeling for peripheral milling with a disk cutter considering instantaneously – engaged area.*(2023), DOI: 101504/UMR.2023.10052034.

Pukhovskiy E. S., Doctor of Technical Sciences, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Prykhodko V. P., Candidate of Technical Sciences, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Gladsky M. M., Candidate of Technical Sciences, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Processing of large-sized parts of hydro pressing and mining equipment

Modern heavy engineering is characterized by a significant proportion of small-scale and single forms of production. Machines produced for the metallurgical, energy, mining, chemical industries are characterized by high metal consumption and high labor intensity of their manufacture. For the manufacture of large-sized parts, either universal equipment and equipment are used, or technological complexes are created based on the use of unique equipment, large instruments and conductors, and in some cases – original tools (*Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei zi znospstyikimi naplavochnimi materialami* (2015)). In the assembly of such components and machines, the fitting method is widely used. Due to the specific features of the processing of heavy and large-sized parts and the low seriality of their production, in the development of technology it is impossible to mechanically introduce progressive methods and methods of processing, as well as the organization of work that are widely used in large-scale and mass production of industries not related to heavy engineering. When processing these parts, there is often a need for original technical solutions (Khrutskiy A.A., Slatvinskiy N.N., Chumak U.I. (2016); Stefaniv B.V. (2020)).

The main tasks in the processing of heavy and large-sized parts are: achieving the required geometry of accuracy, surface roughness and physical and mechanical properties of the surface layer. Finishing and finishing operations, during which the physical and mechanical properties of the surface layer of massive parts are formed, and therefore their performance, are based on cutting materials, including those welded during the repair of wear-resistant coatings (Mazin F., Bhaskaran G., Sabin V. (2023); Xinfeng Liu, Riliang Liu, Jaming Feng, (2023)). Processing of large-sized parts is very time consuming, associated with a lot of time. Therefore, one of the main issues that have to be addressed in heavy engineering is to increase the processing productivity as a result of the use of advanced technological solutions, a further increase in production equipment, its specialization, mechanization and partial automation (Dobrianskiy S.S., Malafeev U.M., Pukhovskiy E.S. (2014); Pukhovskiy E.S. (2021)). A significant reserve for increasing labor productivity in heavy engineering is the rational organization of production of large-sized parts, based on the use of group technological processes, typification of processes, normalization of equipment and tools, centralization of technological preparation of production, introduction of scientific and technological achievements (Kirilovich V.A., Melnichuk P.P., Yanovskiy V.A. (2017); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei*, (2015)).

The mining and metallurgical industries are the most export-oriented industries in our country. Therefore, the problem of providing these industries with modern equipment manufactured at heavy machinery factories is extremely urgent (*Tokarno-karuselnyy verstat Hwacheon HVT-2025M*, (2021); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei*, (2015)). A significant reserve for increasing the durability of large-sized parts is the restoration of their working surfaces after work in extremely difficult conditions of the mining industry. The high material consumption of such parts necessitates the return of friction surfaces to their original performance due to the application of various wear-resistant materials. At the same time, almost always the characteristics of the working surfaces exceed the performance of new parts. This can significantly reduce the capital costs of equipment and improve the performance of the restored parts. Recently, a lot of researches has been carried out in this area, which make it possible to introduce into production methods of applying wear-resistant coatings, and technologies for their processing to ensure high performance in the operation of mining and hydro pressing equipment ((Khrutskiy A.A., Slatvinskiy N.N., Chumak U.I. (2016); *Mechanichna obrobka velikogabaritnikh detalei*, (2015); Mazin F., Bhaskaran G., Sabin V. (2023); Olt J., Krasny V., Maksarov V. (2019); Xinfeng Liu, Riliang Liu, Jaming Feng, (2023)).

The purpose of the work: Improving the efficiency of processing large-sized parts of mining and hydro pressing equipment based on optimal technological processes and modern machine tools.

Key words: large-sized parts, machining, mining equipment, hydro pressing equipment, bed, architaur, hull.