

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазННТУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№5 (117)

Главный редактор
И. К. Бейсембетов – ректор

Зам. главного редактора
М.К. Орунханов – проректор по науке

Отв. секретарь
Н.Ф. Федосенко

Редакционная коллегия:

С.Б. Абдыгаппарова, Б.С. Ахметов, З.С. Абишева, Ж.Ж. Байгунчеков-акад. НАНРК, В.И. Волчихин (Россия), Д. Харнич (США), К. Дребенштед (Германия), И.Н. Дюсембаев, Г.Ж. Жолтаев, С.Е. Кудайбергенов, С.Е. Кумеков, Б. Кенжалиев, В.А. Луганов, С.С. Набойченко – член-корр. РАН, И.Г. Милев (Германия), С. Пежовник (Словения), Б.Р. Ракишев – акад. НАН РК, М.Б. Панфилов (Франция), Н.Т. Сайлаубеков, Н.С. Сеитов - член-корр. НАН РК..

Учредитель:

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Регистрация:

Министерство культуры, информации и общественного согласия
Республики Казахстан № 951 – Ж “25” 11. 1999 г.

Основан в августе 1994 г. Выходит 6 раз в год

Адрес редакции:

г. Алматы, ул. Сатпаева, 22,
каб. 904, тел. 292-63-46
n.fedossenko @ ntu.kz

технологиясы мұнаймен ластанған жерлердің өнімділігінің тиімді, тез қалпына келетіндігінен және шаруашылыққа пайдалануға қайтарылатындығынан, мұнай төгілімдерін жоюға жұмсалатын шығындарды кәдімгідей қысқартуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: мұнаймен ластанған топырақ, залалсыздандыру, жою, дәнді дақылдардың қалдықтары, биокомпостирлеу.

Kereibayeva G. H., Orynbasar S. A.

Possibilities of elimination of oil spills and oil products with use of waste of grain crops

Summary. The existing and perspective directions of neutralization and elimination of petrochemical pollution of the soil are considered. The technology of biorecultivation of oil-contaminated lands with use of biological products on the basis of waste of a vegetable and food origin is given. The offered technology of cleaning of soils of oil pollution will allow to lower considerably costs of elimination of passages of oil due to more effective and fast restoration of efficiency of petrocontaminated land and their return to natural and economic use.

Key words: the petropolluted soils, neutralization, elimination, waste of grain crops, biocomposting.

ӘОЖ 621.7

Ә.Б.Талипова, Ж.А. Ақынғазиев

(Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан Республикасы. e-mail: aika.93.01@mail.ru)

ЖІКСІЗ ҚҰБЫР ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Андатпа. Мақалада құбыр жасаудың әрбір тәсілдеріне талдау жасала отырып, оны өндірудегі негізгі мәселелерге басты көңіл бөлінген. Құбыр илемдеудегі үдерістердің технологиялық талаптарына маңызды мән берілген. Қолданылатын жабдықтардың жұмыс атқару принциптерін сипаттай келіп, оған пайдаланылатын әдістерге баса назар аударылған.

Түйін сөздер. Құбыр, арғана, белдіктер, бұрама, илем, қиғаш илем, көлденең илем, деформациялық күйжай, деформация ошағы, күймакесек, баспақпен тесу.

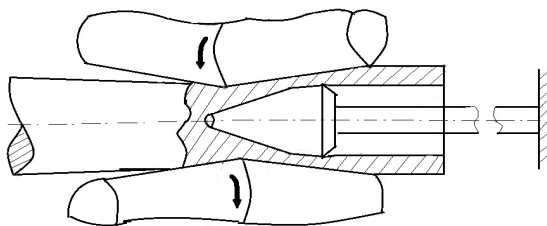
Құбырларды өндіру теориясы ұсталық-қалыптау өндірісінің және басқа да мамандандыру теориялары сияқты қарастырылатын мәселелерден әлдеқайда көлемді. Бұл тұста біз тек құбыр өндірудің проблематикасы жөнінде нақтылы ұғындыратын анықталмаған біршама мәселелерді талқылаймыз.

Бұрама илемдеу үдерісі ыстықтай илемдеп жіксіз құбырлар өндіретін құбыр илемдеу өнеркәсібінде кеңінен қолдау тапты. Ол негізгі операция үшін - тесіп өту деп аталатын көлденең қимасы дөңгелек біртұтас дайындамадан қуыс арғана алуға қолданылады.

Бойлық илемдеу кезінде жаю әр жаққа айналатын белдіктер арасында жаншылып (сығылып), бірізділікпен жылжиды, ал көлденең илемдеу кезінде дайындамаға негізінде айналмалы қозғалыс беріледі және ол параллель өстері бар бір жаққа айналатын белдіктер арасында деформацияланады. Мысалы, көлденең илемдеу металл бұйым өнеркәсібінде бекітетін бұйымдардың бұрандаларын (резьба) тақталау үшін пайдаланылады, машинажасау саласында тістергіш тістерін тақталауға қолданады.

Бұрама (винтті) илемдеу бойлық және көлденең илемдеулердің ерекшеліктерінен (сипаттарынан) тұрады. Металдың әрбір кішкентай бөлшегі бұрама илемдеу кезінде бұрамалы қозғалыс жасайды. Бұл илемдеу қисық орналасқан белдіктермен тесетін орнақтарда іске асырылады. Олар илемдеу өсіне біршама бұрышпен орналасады, оны беріліс бұрышы деп атайды. Белдіктер бір жаққа айналады. Белдіктер арасына түскен дайындаманы олар қапсырады да, деформациялайды. Дайындаманың

жолында түзеткіш орналасқан, ол сырыққа бекітілген. Дайындама түзеткішке "өткізіліп", қуыс арғанаға (гильза) айналады (сурет 1). [1]

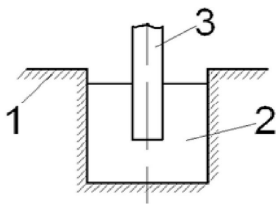


1-сурет. Дайындаманың арғанаға (гильзаға) айналуы

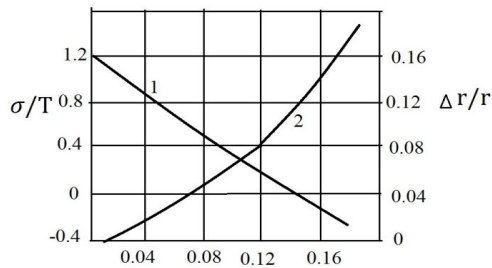
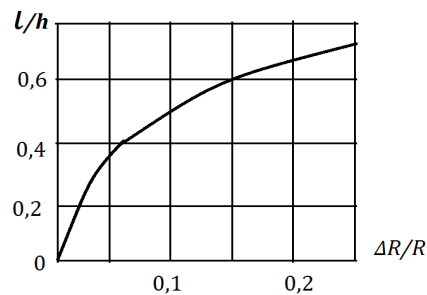
Деформация ошағын шартты түрде екі алаңға бөлуге болады: деформация ошағына кіреберіс қимадан түзеткіш тұмсығымен кездесетін қимаға дейін созылатын тесетін алаң және түзеткіште арғананы жаятын алаң. Бірінші алаңда кейде қуыс мерзімінен бұрын пайда болады металдың бұзылуы үшін жағдай жасалады. Бұл өз қатарында арғананың ішкі бетінде ақаудың нышаны болып саналатын жұқа (үлпек) қабықша қалыптастырады. Қуыстың мерзімінен бұрын ашылуы мен жұқа қабыршақтың пайда болуы құбырларды созылымдылығы төмен болаттардан өндіру кезінде жиі орын алады.

Қиғаш илемдеу теориясының маңызды сұрақтарының бірі - металдың бұзылу себептері. Қуыстың пайда болу құбылысы шындалмалардың дөңгелек қималарында еркін соғу мен көлденең илемдеу тудыратынын ескерген жөн. Барлық бұл үдерістерде металдың бұзылу себептері жалпы ортақ және бұйымды жарамсыздыққа міндетті түрде әкеледі.

Дөңгелек дайындаманы бұрама илемдеу кезінде тесіктің конусында өте аз ұзару байқалады, сондықтан шамамен тесік конусында металл жазық деформациялану күй-жайы шарттарына жақын жағдайда болады деп есептеуге әбден орынды. Белдіктердің радиусы дайындама радиусынан анағұрлым үлкен және түйісетін бетті жазық деп жуықтай қарастыруға болады.



Сурет 3. Баспақпен тесу сұлбасы



а)

б)

2-сурет. Кернеулік күй-жай көрсеткіштері

Жолақты жіңішке соққыштармен (түрткілдермен) соғу кезіндегі кернеулік күй-жай үшін тән барлық сипат түгелімен дөңгелек дайындаманы көлденең және бұрандамалы соғу үшін де тура келеді. Дайындаманың ортасында ең төменгі кернеулік күй-жай көрсеткіші болады (Сурет 2б) және ол +1 мәніне жетеді, тіпті одан да біршама көп болады. Ол қысу $\frac{\Delta R}{R}$ немесе $\frac{L}{h}$ аз болған сайын, соншалықты нашар болады. Кернеулік күй-жай көрсеткішін 2а-суреттегі графикті қолдана отырып, $\frac{\Delta R}{R}$ - қысуға байланысты етіп қоюға болады. [1]

Айта кету керек, қиғаш илемдеу кезінде дайындама өсіндегі кернеулік күй-жай бұзбай деформациялау тұрғысынан алып қарағанда аса қолайсыз. Биіктік деформациясын $\frac{\Delta r}{r}$ есептеу нәтижесі дөңгелек дайындаманың ортасында $\frac{\Delta R}{R}$ мәніне байланысты 2б-суретінде келтірілген (қисық-2). Бұл қисық сызықтық талдауы қысуға дейінгі көрсеткіш $\frac{\Delta R}{R} \cdot 100\% \approx 18\%$ екендігін көрсетеді, деформация дайындама ортасында $\frac{\Delta r}{r}$ біршама $\frac{\Delta R}{R}$ мәнінен аз.

Егер қысу $\frac{\Delta R}{R} > 18\%$ болса, онда ортасында айтарлықтай қарқынды деформация жүреді. Тәжірибе жүзінде барлық $\frac{\Delta R}{R} > 0,2$ қысу кезінде дайындама ортасының созылмалы деформациясы орын алады. [2]

Деформацияланған күй-жайдың аса маңыздысы болып табылатыны - дайындаманың созылмалы деформациясы тікелей белдіктер әсер ететін алаңда шоғырланып жататындығында. Дайындаманы айналдырған кезде металдың барлық ұсақ бөлшектері (ортасынан басқа) созылмалы деформацияның бұл алаңына тек қана оқтын-оқтын (периодтық) түсіп отырады. Металдың ортаңғы бөлшектері барлық уақытта қарқынды созылмалы деформациялану алаңында болады. Тесетін конуста дайындаманың айналу үдерісінде шеткі аймақтарға қарағанда дайындаманың ортасында деформация дәрежесі анағұрлым үлкен қарқынмен өсіп отырады.

Сонымен, бұрамалы илемдеу кезіндегі кернеулік деформациялану күй-жай жөніндегі мағлұматтарды жинақтай отырып тесетін алаңдағы металдың бұзылу себептерін былайша тұжырымдауға болады: тесетін конуста қолайсыз кернеулік күй-жай тән ($\frac{\sigma}{T}$ мәні +1,15-ке жетеді) және дайындаманың өстік алаңында деформация дәрежесі қарқынды қалыптасады, бұл қуыстың мерзімінен бұрын ашылуына соқтыруы мүмкін, яғни түзеткішпен ұсақ бөлшектер кездескенге дейін тесу алаңында бұзылу орын алады. [3]

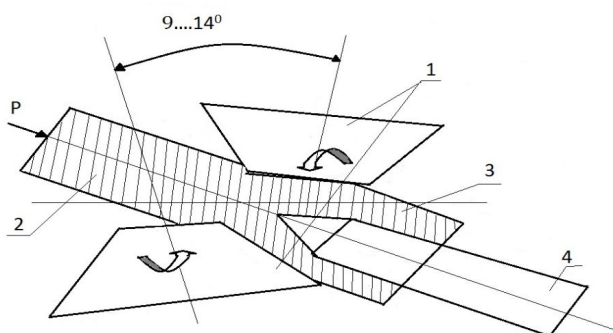
Осы келтірілген бұзылу теориясына сүйене отырып нақтылы металл үшін бұрамалы және көлденең илемдеудің, сондай-ақ көлденең соғудың тиімді параметрлері бойынша ұсыныстар қорытындылауға болады.

Қуыс арғана алу мақсатында дайындаманы бұрамалы илемдеу кейбір жағдайларда металдың созылмалылығының төмендігінен мүмкін болмай қалады. Аса созылмалы металдар үшін баспақпен тесудің артықшылығы бар. (Сурет 3).

Құймакесек - 2 немесе дайындама ұяқалыпқа -1 орналастырылады да сотанның - 3 қозғалысымен стақанға тесіледі. Әрі қарай илемдеу орнақтарында стақан - арғана жіксіз құбырға илемделеді. Баспақпен тесу аса жұмсақ кернеулік күй - жай сұлбасымен (бұзбайтын қолайлы үлкен созылмалы деформациялар үшін) ерекшеленеді.

Деформация ошағында баспақтап тесу кезінде кернеулік күй-жайдың көрсеткіші (-1) – ден (-7,28) - ге дейінгі аралықта жатады. Бұл бұрамалы белдікпен илемдеу кезіндегі дайындама өсіндегі көрсеткіш 0-ден +1,15 аралығында болатынынан анағұрлым артықшылықта екендігін көрсетеді.

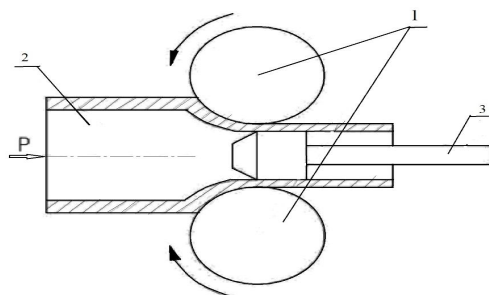
Әрине, илемдеуге қарағанда баспақпен тесу кезіндегі металдың созымдылығының әлдеқайда жоғарылығы байқалады. Қабырғаны жіңішкерту мақсатында тесетін орнақтан кейін арғананы жаю ыстықтай бойлық, бұрамалы немесе периодтық илемдейтін орнақтарда іске асырылады. Бойлық илемдеумен жаятын орнақтар - автоматты және үздіксіз орнақтар. Автоматты орнақта илемдеу қысқа қозғалмайтын конустық түзеткіште дөңгелек калибрлерде екібелдікті қапаста іске асырылады. Илемдеу екі-үш жүріспен өтеді. Үздіксіз жаю орнақтар 7-9 екібелдікті қапастардан тұрады, әрбір келесі қапастың өсі алдыңғы қапастың өсіне 90° - қа бұрылып орналасады. Илемдеу ұзын қозғалатын түзеткіште орындалады. Бұрамалы илемдеудің жаятын орнағы үш белдіктен тұрады, арғананы жаю қозғалатын ұзын түзеткіште жүзеге асырылады. Құбырларды жаюдың технологиялық мәселелері материалдарды қысыммен өңдеу үдерістерінің барлығы үшін типтік мәселелермен бірдей.



4-сурет. Құймакесекті тесу сұлбасы

Массасы 0,6-3т және диаметрі 250-600 мм дөңгелек немесе қырлы құймакесектер тесетін орнақта тесіледі (Сурет 4). Бұл құймакесекті тесу сұлбасында дискілі белдіктер - 1, құймакесек - 2, құймакесектің тесілген бөлігі - 3 және тескіш - 4 көрсетілген. Белдіктер (саңырауқұлақ немесе диск пішінді) бір-біріне $9-14^{\circ}$ бұрышпен орнатылған. Дайындама түзеткіш арқылы басып майыстырылады,

ал белдіктердің айналуымен пайда болатын созатын кернеулердің нәтижесінде құймакесектің ортасынан металдың аққыштығы орын алады да, осыған орай аса үлкен күшсіз-ақ тесік тесіледі.

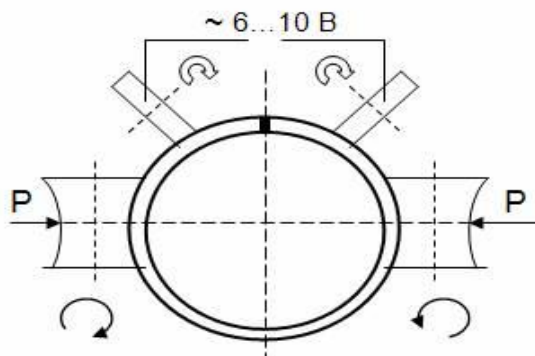


5-сурет. Құбырды түзеткіште илемдеу сұлбасы

Әрі қарай алынған арғананы да түзеткіште жаю жүргізіледі (сурет 5), нәтижесінде сыртқы және ішкі диаметрлер кішірейіп, дайындаманың ұзындығы ұлғаяды. Мұнда илемдеу сұлбасында дөңгелек калибрлі белдіктер - 1, тесілген дайындама - 2, түзеткіш - 3 көрсетілген. Илемдеу құбырды 90° - қа бұрумен екі жүріс арқылы орындалады. Диаметрі 57мм-ден жоғары құбыр алынады. Құбыр алудың үшінші сатысында диаметрлерді одан әрі кішірейту үздіксіз орнақтарда түзеткішсіз жүргізеді.

Диаметрі 2500 мм-ге дейін пісірілетін құбырлар жасалады. Олар жіксізге қарағанда арзан, бірақ беріктігі мен сенімділігі төмен. Әуелі жалпақ дайындама пішінделеді, содан соң құбырлар түйістіріліп пісіріледі және түзету мен өңдеулер орындалады. Дайындамалар таспа түрінде жасалады немесе құбыр ұзындығына тең жаймалар (жолақтар) алынады. Пісіру мына әдістермен жүргізіледі: флюс қабатымен электрдоғалы, электроконтактті кедергімен, ұсталық пешпен.

Пешпен үздіксіз пісіру кезінде дайындама 1300-1350° С температурада қыздырылады да түйіс бет оттегімен немесе ауамен үрленеді, металл балқығанға дейін қыздырылады және үздіксіз орнақтың шоғырларымен қысылған құбырлардың түйісетін жүздерінде ұсталық пісірілу жүргізіледі. Электрмен ұштастырылатын (электроконтакт) пісіру кезінде (Сурет 6) дайындаманы құбырды электрмен пісіретін орнаққа түсіріп қысады. Түйісетін бет төменгі кернеудегі (6÷10В) электр тоғымен қыздырылады және ол суытқан кезде пісіп қалады.

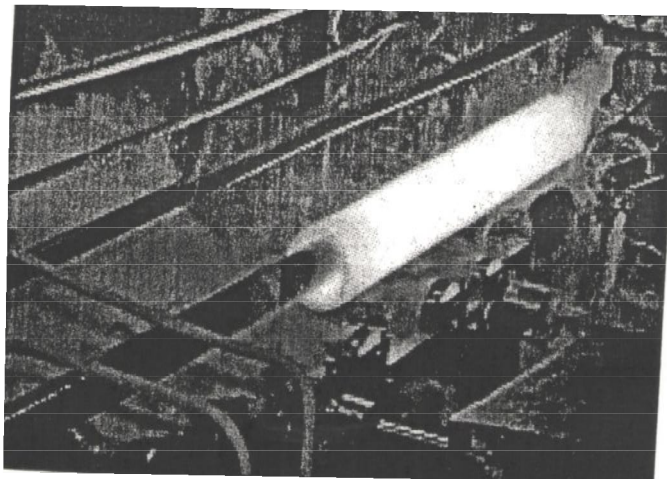


6-сурет. Құбырларды электртүйіспелі пісіру сұлбасы

Металды баспақтау көбіне-көп түрлі-түсті қорытпаларға қолданылады. Мұнымен диаметрлері 5-200 мм шыбықтарды, диаметрі 800 мм-ге және қалыңдықтары 1,5÷8 мм-ге дейінгі құбырларды, фасонды пішіндерді алуға болады. Қыздырылған металл жұқсауыттан (контейнерден) ұяқалып көз тесігі арқылы сығылып шығады. Құбырларды баспақтау кезінде соңы көз тесік арқылы өтетін дайындама болат инемен тесіліп, металл ине мен көз тесік арасында баспақталып шығады.

Көптеген металдардан, қорытпалардан жіксіз құбырларды өнеркәсіптік әдіспен өндіреді. Қорытпадағы болатын металдың алатын орынына байланысты оның қызметтік тағайындалуы анықталады.

Ыстықтай илемделген құбырды өндіруде көп ерекшеліктер бар және жасау үдерісінің күрделілігімен айрықшалаанады. Біртұтас жіксіз болат құбырларға міндетті түрде термиялық өңдеу тәсілдерін қолданады (сурет 7).[1]



7-сурет. Құбырларды термиялық өңдеу

Жіксіз суықтай илемделген дайындаманы шығару құбыр илемдеу өндірісінің саласына кіреді. Бұл сала ыстықтай илемделетін элементтерді де қамтиды. Бұл әдістердің айырмашылығы өңдеу кезіндегі температураға байланысты. Суықтай илемделетін болат құбырлар суық күйінде өңделеді, бірақ алдын ала ыстықтай илемдеу үдерісі жүргізіледі. Ыстықтай илемдеу ыстық қалпында илемдеуге жіберіледі.

Болат құбырлар Мемлекеттік стандарттарға сәйкес өндіріледі, олардың сапасы әрқашан жоғары болады. Оның барлық өнімдері міндетті түрде сертификациялануы тиіс.

Жіксіз құбыр легірленген, жоғары легірленген, көміртекті және жоғары көміртекті болаттың ентаңбаларын қолданумен өндіріледі. Мысалы, егер ыстықтай илемделген құбыр көміртекті болаттан жасалған болса, ол 16 МПа -ға дейінгі қысымға қарсы тұра алатындай қабылетте болу керек. Жіксіз құбыр өндірістің барлық сатыларында мұқият бақылау мен тестілеу арқылы стандартқа сай сапа деңгейінің сәйкестігінен өтуі керек. Олар көптеген соққыға, тұтқырлыққа, майысуға және жаншылуға байланысты тексерістерге жіберіледі. Міндетті түрде олардың химиялық құрамына бақылау жүргізіледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Осадчий В.Я., Вавилин А.С., и др. Технология и оборудование трубного производства. Учебник для вузов: М.: Интернет инженеринг, 2001, 608 с.
- [2] М.Е.Зубцов. Листовая штамповка. Учебник для студентов вузов по спец. "Машины и технология обработки металлов давлением." - 3-е изд.перераб.-доп. - Л.: Машиностроение.
- [3] Панов Е.И. Создание универсального стана поперечно-винтовой прокатки и исследование технологических режимов его работы. Диссертация к.т.н., М.: Всероссийский институт легких сплавов, 2002. - 209 с.

Талипова А.Б., Акынгазиев Ж.А.

Технологические задачи производства бесшовной трубы

Резюме. В статье приведен анализ на способы изготовления трубы и уделено главное внимание на основные задачи ее производства. Особое значение дано технологическим требованиям трубопрокатного процесса. Рассмотрены принципы действия используемых оборудования и анализированы применяемые методики проведения процессов.

Ключевые слова. Труба, гильза, валки, винтовая прокатка, косая прокатка, поперечная прокатка, деформационное состояние, деформационный очаг, слитка, прошивка прессом.

Talipova A.B., Akyngaziev J.A.

Technological problems of production of a seamless pipe

Summary. The analysis on ways of production of a pipe is provided in article and the main attention to the main objectives of her production is paid. Special value is given to production requirements of pipe-rolling process. The principles of action used the equipment are considered and the applied techniques of carrying out processes are analyzed.

Key words. Pipe, sleeve, rolls, screw rolling, slanting rolling, cross rolling, deformation state, deformation center, ingot, insertion press.

Д.Д. Таболдиев, Б.Т. Аширбеков

(Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева
Алматы, Республика Казахстан, damir_tdd@mail.ru)

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БОРТОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. За последние годы ведущими мировыми фирмами-разработчиками космического аппарата (КА) сделан резкий скачок в повышении характеристик бортовых энергосистем КА, что позволило при тех же самых ограничениях по массе спутников, накладываемых существующими носителями, непрерывно увеличивать мощность полезной нагрузки (ПН). В данной статье проведен анализ современного состояния и перспектив развития систем электроснабжения космических аппаратов и бортовых источников электроэнергии. Большой интерес представляют электродинамические тросовые системы, которые представляют собой систему космических объектов, соединенных между собой токопроводящим тросом. При пересечении силовых линий магнитного поля Земли токопроводящим тросом, развернутым с орбитальной станции вдоль местной вертикали, в ней наводится ЭДС и при замыкании контура по тросу начинает течь ток.

Рассматривается возможность применения «супер-маховиков» как накопителей энергии. Причем уровень технологии уже в 1980-х гг. прошлого века позволял получить $W_{уд} = 1\ 400$ Вт·ч/кг, что на порядок выше, чем у лучших электрохимических аккумуляторов.

Ключевые слова: солнечные батареи, солнечная энергия, фотоэлектрические преобразователи, космический аппарат, бортовые системы электроснабжения.

По мере развития бортовой энергетики время от времени предпринимаются попытки переосмысления приоритетов различных видов источников электроэнергии для космического применения. Так, в период бурного развития изотопных и ядерных энергоустановок шли оживленные дискуссии о преимуществе их перед солнечными батареями (БС) или динамическими система с тепловым преобразованием солнечной энергии.

Большой интерес представляют электродинамические тросовые системы, которые представляют собой систему космических объектов, соединенных между собой токопроводящим тросом. При пересечении силовых линий магнитного поля Земли токопроводящим тросом, развернутым с орбитальной станции вдоль местной вертикали, в ней наводится ЭДС и при замыкании контура по тросу начинает течь ток.

Рассматривается возможность применения «супер-маховиков» как накопителей энергии. Причем уровень технологии уже в 1980-х гг. прошлого века позволял получить $W_{уд} = 1\ 400$ Вт·ч/кг, что на порядок выше, чем у лучших электрохимических аккумуляторов.

Общее поле возможностей для создания бортовых систем электроснабжения (СЭС) представлено на рисунке ниже.

К сожалению, за 50-летнюю историю космонавтики не предложено новых источников электроэнергии для КА. По-прежнему основными являются солнечные (фотоэлектрические) генераторы или электрохимические аккумуляторные накопители. Ядерные источники в виде изотопных генераторов и реакторов деления сегодня не могут конкурировать с БС по удельно-массовым характеристикам и будут применяться, очевидно, для задач дальнего космоса или военного использования.

На сегодняшний день для традиционных конструкций панелей БС с кремниевыми монокристаллическими фотоэлектрическими преобразователями (ФЭП) в условиях геостационарной орбиты в конце 10-15 летнего срока службы достигнуты следующие проектные характеристики: 110...130 Вт/м², 50 Вт/кг (соответствует КПД ФЭП 15,5...16,0% и удельной массе панелей 2,3...2,7 кг/м³). До недавнего времени эти показатели не превышали соответственно 80...90 Вт/м² и 15...20 Вт/кг. Нужно сказать, что указанные удельно-массовые характеристики панелей БС с кремниевыми монокристаллическими ФЭП достигли предела.

Дальнейший прогресс в БС возможен при использовании ФЭП на основе новых материалов, в частности, из арсенида галлия (GaAs). Трехкаскадные ФЭП GaAs уже применяются на современных платформах КА, что позволило более чем вдвое увеличить мощность БС. Несмотря на более высокую стоимость ФЭП GaAs, их применение позволит в 2-3 раза увеличить мощность БС или соответственно снизить площадь по сравнению с кремниевыми. Кроме того, в НПП «Квант» осваиваются новые ФЭП из аморфного кремния (α -Si), выращенного на фольговой стальной подложке. При меньшем