

Винахід відноситься до суднобудування, зокрема, до проектування підйомних комплексів (ПК) судів на повітряній подушці (СПП).

Відоме СПП по американському патенту [1], виданому на ймення того, що вважається основоположником сучасних СПП, англійського інженера-винахідника Крістофера Кокерелла. Одним з варіантів виконання ПК на ньому (див. Фіг.8, 9 опису винаходу до патенту) передбачено застосування осевих нагнітачів (ОН), розташованих у вертикальних шахтах (ВШ), зовнішні оболонки яких жорстко сполучені: внизу - з конструкцією понтона, а вгорі - з конструкцією верхньої палуби корпусу судна.

Дане технічне рішення цілком прийнятне для застосування на малотоннажних СПП, у яких відношення висоти корпусу до його довжини відносно велике, величини стрілок прогину його корпусу при русі на хвилюванні відносно малі, а, отже, незначні і горизонтальні зсуви верхньої палуби корпусу судна по відношенню до його понтона в місцях розташування ОН його ПК. Проте, застосування цього технічного рішення до більш крупного СПП із значно меншою величиною відношення висоти корпусу до його довжини, що випробовує при русі на хвилюванні більше значні прогини, а, отже, і більше значні горизонтальні зсуви, у місці розташування ОН, верхньої палуби надбудови корпусу по відношенню до його понтона, приводить до виникнення істотного перекосу лінії валу робочого колеса (РК) ОН по відношенню до лінії вихідного валу його кутового редуктора (КР). Це приводить до прискореного зносу опорних підшипників валу РК ОН і, тим самим, різко знижує ресурс ПК СПП.

Цей недолік усунений у конструкції СПП [2], що є найбільш близьким аналогом до пропонованого. Розглянуте СПП містить жорсткий корпус, що складається з понтона з вбудованим ресивером (ВР) і надбудови з вбудованими в її конструкцію ВШ ОН його ПК, виконаними, по висоті, з верхньої і нижньої частин, кожна з яких утворена її внутрішньою і зовнішньою оболонками. Верхня частина кожної ВШ забезпечена повітрязабірником, а усередині неї розміщені: РК зі своїм валом, направляючий (НА) і випрямляючий (ВА) апарати ОН. Лопатки ВА ОН, що розташовані в проміжку між внутрішньою і зовнішньою оболонками верхньої частини кожної ВШ, жорстко сполучені як з обома цими оболонками, так і з втулкою валу РК. Усередині внутрішньої оболонки нижньої частини кожної ВШ розміщений КР з вихідним валом і фундаментом, встановленим на платформі ВР понтона судна. Вал РК ОН кінематично з'єднаний з вихідним валом його КР, а опорні підшипники валу РК розміщені в ВА і НА ОН.

При цьому, втулка валу РК, що входить до складу ВА ОН, своїм нижнім торцем жорстко сполучена з фундаментом КР. Вал РК і вихідний вал КР ОН розміщені співвісно і сполучені безпосередньо один з одним. Зовнішня оболонка верхньої частини ВШ ОН сполучена з верхньою палубою надбудови корпусу судна по своєму верхньому торцю і із зовнішньою оболонкою нижньої частини ВШ ОН по своєму нижньому торцю за допомогою амортизаторів.

Завдяки такому технічному рішення НА і ВА ОН разом з опорними підшипниками валу РК і КР ОН опираються на загальний фундамент, встановлений на платформі ВР понтона СПП. При цьому, можливі при русі на хвилюванні горизонтальні зсуви, в місці розташування ОН, верхньої палуби надбудови по відношенню до понтона корпусу судна сприймаються амортизаторами і не викликають істотного перекосу лінії валу РК до лінії вихідного валу КР ОН. Це сприяє підвищенню ресурсу ПК СПП.

Проте, цілком прийнятне для застосування на среднетоннажних СПП, дане технічне рішення втрачає свою ефективність при застосуванні його на великотоннажних СПП із значним розміром, по висоті, ВШ ОН його ПК. У цьому випадку висока вертикальна консольна конструкція, що утворена РК, НА і ВА, а також КР ОН і що спирається на загальний фундамент з обмеженими габаритними розмірами по довжині і ширині корпусу судна, при розумній товщині конструктивних елементів цього фундаменту не може забезпечити необхідну жорсткість всієї силової схеми ПК СПП, що виключає неприйнятні перекоси лінії валу РК ОН по відношенню до лінії вихідного валу його КР. Бажання все-ж добитися цієї мети в рамках розглянутого технічного рішення приводить до значного збільшення товщини міцних зв'язків фундаменту КР ОН, а, отже, до істотного підвищення маси корпусу СПП, а також трудомісткості і вартості його будівлі.

Метою пропонованого технічного рішення є підвищення ресурсу ОН ПК СПП, зменшення його маси, а також зниження трудомісткості і вартості його будівлі.

Вказана мета досягається тим, що у відому конструкцію СПП, що містить жорсткий корпус, що складається з понтона з ВР і надбудови з вбудованими в її конструкцію ВШ ОН його ПК, виконаними, по висоті, з верхньої і нижньої частин, кожна з яких утворена її внутрішньою і зовнішньою оболонками, причому, верхня частина кожної ВШ забезпечена повітрязабірником, а усередині неї розміщені: РК зі своїм валом, НА і ВА ОН, причому, лопатки ВА ОН, що розташовані в проміжку між внутрішньою і зовнішньою оболонками верхньої частини кожної ВШ, жорстко сполучені як з обома цими оболонками, так і з втулкою валу РК, усередині внутрішньої оболонки нижньої частини кожної ВШ розміщений КР з вихідним валом і фундаментом, встановленим на платформі ВР понтона судна, причому, вал РК ОН кінематично з'єднаний з вихідним валом його КР, а опорні підшипники валу РК розміщені в ВА і НА ОН, внесені істотні зміни.

Істотна відмінність пропонованого СПП від вказаного вище його найближчого аналога полягає в тому, що з'єднання верхньої і нижньої частин кожної ВШ ОН його ПК по суміжних торцях їх внутрішніх і зовнішніх оболонок виконано жорстким. З'єднання внутрішньої і зовнішньої оболонок нижньої частини кожної ВШ ОН з платформою ВР і палубою понтона судна, відповідно, також виконано жорстким. Зовнішня оболонка верхньої частини кожної ВШ ОН проходить через відповідний виріз у верхній палубі надбудови корпусу судна з гарантованим конструктивним зазором між зовнішніми поверхнями елементів своєї конструкції і торцем вирізу у верхній палубі. Повітрязабірник верхньої частини кожної ВШ ОН виконаний у вигляді окремої конструкції, розташованої вище НА ОН. По периметрі свого верхнього торця повітрязабірник жорстко сполучений з циліндричним комінгсом, встановленим на верхній палубі надбудови корпусу судна по периметрі вирізу в ній для проходження зовнішньої оболонки ВШ ОН, а своїм нижнім торцем примикає до верхнього торця зовнішньої оболонки верхньої частини ВШ ОН з гарантованим конструктивним зазором, який забезпечений еластичним ущільненням. А кінематичний зв'язок валу РК з вихідним валом КР ОН виконана за допомогою проміжного валу, сполученого з ними своїми кінцями за допомогою гнучких муфт.

При цьому, вертикальні осі ОН ПК СПП розташовані у середньої, по довжині його корпусу, зоні, обмеженої його поперечними перерізами: 0,35L і 0,65L, де L - довжина корпусу судна між його носовим і кормовим перпендикулярами.

При цьому, внутрішня і зовнішня оболонки верхньої і нижньої частин кожної ВШ ОН ПК СПП підкріплені ребрами жорсткості (РЖ), спрямованими по утворюючим, тобто, у вертикальному напрямку.

При цьому, кожна ВШ ОН ПК СПП розташована в окремому бортовому відсіку його корпусу, обмеженим: з боку борту судна, - відповідною бортовою стінкою його надбудови, що переходить унизу у відповідну бортову стінку його понтона, з боку діаметральної площини (ДП) судна, - відповідним поздовжнім перебіркам, що простирається на всю висоту корпусу судна від днища його понтона до верхньої палуби його надбудови, а із сторін носа і корми судна, - розташованими між поздовжнім перебіркам і бортовою стінкою його надбудови поперечними перегородками.

При цьому, РЖ, що підкріплюють плоскі обшивка бортових стінок, поздовжніх перебирань і поперечних перегородок надбудови корпусу, що обмежують окремі бортові відсіки ОН ПК СПП, розташовані вертикально.

При цьому, вирізи в бортових стінках понтона для проходу стислого повітря від ОН ПК СПП у внутрішню порожнину периферійного гнучкого ресивера його гнучкого огороженн (ГО), що розташовані, по висоті його корпусу, в проміжку між палубою понтона і платформою його ВР, а по довжині корпусу, в районі розташування ВР, забезпечені розташованими в площинах цих стінок плоскими фермами, утвореними трубчастими стійками і розкосами, що сполучають собою верхні і нижні крайки цих вирізів.

При цьому, вирізи в поздовжніх перебірках корпусу СПП для проходу стислого повітря від ОН його ПК у внутрішні порожнини поздовжнього і поперечного гнучких ресиверів внутрішнього контуру його ГО, розташовані, по висоті його корпусу, в проміжку між палубою понтона і платформою його ВР, а по довжині корпусу, в районі розташування ВР, забезпечені по своїх периметрах фланцями.

При цьому, жорстке з'єднання зовнішньої оболонки нижньої частин кожної ВШ ОН ПК СПП з палубою його понтона забезпечено, додатково, бракетами з фланцями уздовж їх вільних крайок, що сполучають цю оболонку з відповідними сусідніми РЖ бортової стінки, поздовжньої перебірка і поперечних перегородок надбудови корпусу судна, що обмежують відповідний окремих бортовий відсік ОН судна.

При цьому, еластичне ущільнення конструктивного зазору між нижнім торцем повітрязабірника і верхнім торцем зовнішньої оболонки верхньої частин кожної ВШ ОН ПК СПП забезпечено петлеподібним, в поперечному перерізі, кільцевим, еластичним, ущільнювальним профілем, що встановлений на верхньому торцевому фланці зовнішньої оболонки верхньої частин кожної ВШ ОН і контактує своєю верхньою частиною з нижньою поверхнею горизонтального фланця, встановленого на зовнішній поверхні оболонки повітрязабірника в районі його нижнього торця, з можливістю ковзання по ній при горизонтальних зсувах верхньої палуби надбудови щодо понтона корпусу, можливих у процесі експлуатації судна.

Завдяки тому, що з'єднання верхньої і нижньої частин кожної ВШ ОН ПК СПП по суміжних торцях їх внутрішніх і зовнішніх оболонок виконано жорстким, з'єднання внутрішньої і зовнішньої оболонок нижньої частин кожної ВШ ОН з платформою ВР і палубою понтона корпусу судна, відповідно, також виконано жорстким, зовнішня оболонка верхньої частин кожної ВШ ОН проходить через відповідний виріз у верхній палубі надбудови судна з гарантованим конструктивним зазором між зовнішніми поверхнями елементів своєї конструкції і торцем вирізу у верхній палубі, повітрязабірник верхньої частин кожної ВШ ОН виконаний у вигляді окремої конструкції, розташованої вище НА ОН, і по своєму верхньому торцю жорстко сполучений з циліндричним комінгсом, встановленим на верхній палубі надбудови судна по периметрі вирізу в ній для проходу зовнішньої оболонки ВШ ОН, а своїм нижнім торцем примикає до верхнього торця зовнішньої оболонки верхньої частин ВШ ОН з гарантованим конструктивним зазором, забезпеченим еластичним ущільненням, забезпечується утворення жорсткої вертикальної консольної конструкції (ЖВКК): понтон - ВШ - ОН, повністю від'єднаної від верхньої палуби надбудови судна, що може викликати її небажані деформації у вертикальних площинах, основними несучими елементами якої є не масивні елементи конструкції фундаменту КР ОН, як це має місце в аналогічній конструкції найближчого аналога, а відносно тонкостінні зв'язки зовнішньої і внутрішньої оболонок ВШ ОН. Вигиниста жорсткість ЖВКК у вертикальних площинах значно вища, чим у аналогічній конструкції найближчого аналога, оскільки сумарні моменти інерції горизонтальних поперечних перерізів внутрішньої і зовнішньої оболонок ВШ ОН, значно більше моментів інерції відповідних поперечних перерізів масивного фундаменту КР ОН найближчого аналога. Інакше кажучи, у пропонованій конструкції СПП необхідна вигиниста жорсткість ЖВКК у вертикальних площинах забезпечується не шляхом збільшення маси конструкції фундаменту КР ОН, а шляхом залучення до конструктивно-силової схеми ЖВКК внутрішньої і зовнішньої оболонок самої ВШ ОН без істотного збільшення їхньої маси. Це дозволяє більш ефективно забезпечувати підтримку в процесі експлуатації СПП максимальної співвідносності валу РК з вихідним валом КР ОН при відносно меншій сумарній масі корпусних конструкцій судна. А це, у свою чергу, сприяє підвищенню ресурсу ПК, а також зниженню трудомісткості і вартості будівлі пропонованого СПП.

А завдяки тому, що кінематичний зв'язок валу РК з вихідним валом КР ОН виконаний за допомогою проміжного валу, сполученого з ними своїми кінцями за допомогою гнучких муфт, забезпечується ефективна компенсація можливих погіршень монтажною збірки ЖВКК і незначних взаємних переміщень її елементів, що залишаються, в процесі експлуатації СПП. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що вертикальні осі ОН ПК СПП розташовані в середній, по довжині його корпусу, зоні, обмеженої його поперечними перерізами: 0,35L і 0,65L, де L - довжина корпусу судна між його носовим і кормовим перпендикулярами, забезпечується розташування ВШ ОН ПК СПП по його довжині в зоні з мінімальною величиною горизонтального зсуву верхньої палуби надбудови щодо понтона корпусу судна при його прогибах в процесі руху судна на хвилюванні. Це дозволяє звести до мінімуму величини зсувів нижніх торців жорстко сполучених з верхньою палубою надбудови повітря-забірників, що виникають унаслідок вказаних вище деформацій, щодо верхніх торців, що примикають до них, зовнішніх оболонок верхніх частин відповідних ВШ ОН, жорстко сполучених з понтоном корпусу СПП. А це, у свою чергу, дозволяє максимально

понизити вихороутворення, що відбувається на вказаних вище уступах внутрішніх поверхонь ВШ ОН і викликає турбулентність потоку повітря, що проходить через площину обертання РК ОН, і, тим самим, понизити його вібрацію. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що внутрішня і зовнішня оболонки верхньої і нижньої частин кожної ВШ ОН ПК СПП підкріплені РЖ, спрямованими по їх утворюючих, тобто, у вертикальному напрямку, забезпечується підвищення моментів інерції розташованих горизонтально поперечних перерізів зовнішніх і внутрішніх оболонок ВШ ОН без збільшення маси ВШ, в порівнянні з ВШ, оболонки яких підкріплені РЖ, спрямованими по їхніх напрямних, тобто, в горизонтальному напрямку. А це, по-перше, дозволяє істотно підвищити вигинисту жорсткість ВШ ОН, що забезпечує підтримку в процесі експлуатації СПП максимальної співвісності валу РК з вихідним валом КР ОН, не дивлячись на дію на згадану вище ЖВКК в процесі експлуатації судна різних зовнішніх навантажень. По-друге, це дозволяє понизити трудомісткість виготовлення ВШ ОН ПК СПП, оскільки РЖ, що спрямовані по утворюючих поверхонь обертання, мають однакову кривизну, тобто, є однаковими по своїй формі і можуть бути виготовлені по одному технологічному оснащенню. Все це сприяє підвищенню ресурсу ПК, а також зниженню трудомісткості і вартості будівлі пропонованого СПП.

Завдяки тому, що кожна ВШ ОН ПК СПП розташована в окремому бортовому відсіку його корпусу, обмеженим, з боку борту судна, відповідною бортовою стінкою його надбудови, що переходить униз у відповідну бортову стінку його понтона, з боку ДП судна, - відповідним поздовжнім перебіркам, що простирається на всю висоту корпусу судна від днища його понтона до верхньої палуби його надбудови, а із сторін носа і корми судна, - розташованими між поздовжнім перебіркам і бортовою стінкою його надбудови поперечними перегородками, забезпечується мінімізація величин горизонтальних зсувів верхньої палуби надбудови щодо понтона корпусу, що виникають при русі судна на хвилюванні унаслідок його поздовжньої і поперечної вигинистих деформацій. Це також дозволяє звести до мінімуму величини зсувів нижніх торцев жорстко сполучених з верхньою палубою надбудови повітрязабірників, що виникають унаслідок вказаних вище деформацій, щодо верхніх торцев, що примикають до них, зовнішніх оболонок верхніх частин ВШ ОН, жорстко з'єднаних з понтоном корпусу СПП. А це, як вже було сказано вище, дозволяє максимально понизити вихороутворення, що відбувається на уступах, що утворюються при цьому, на внутрішніх поверхнях ВШ ОН, що викликають турбулентність потоку повітря, що проходить через площину обертання РК ОН, і, тим самим, понизити інтенсивність його вібрації. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що РЖ, що підкріплюють плоскі обшивки бортових стінок, поздовжніх перебирань і поперечних перегородок надбудови корпусу, що обмежують окремі бортові відсіки ОН ПК СПП, розташовані вертикально, забезпечується стійкість плоских обшивань згаданих корпусних конструкцій при їх зсувах, що викликаються поздовжнім і поперечним вигинами корпусу в процесі експлуатації СПП, при мінімальній масі цих конструкцій, оскільки вертикальні РЖ розташовані у напрямку найкоротшої відстані між опорним контуром цих корпусних конструкцій і у більшості районів корпусу судна не вимагають застосування для свого підкріплення додаткових перехресних зв'язків. При цьому, гарантована стійкість плоских обшивань розглянутих корпусних конструкцій підвищує їх жорсткість при зсуві, а, отже, в максимальному ступені сприяє, у відповідність з вищевикладеним, зниженню величини уступів на внутрішніх поверхнях ВШ ОН в місцях притикання нижніх торцев повітрязабірників до верхніх торців відповідних зовнішніх оболонок верхніх частин ВШ ОН, що виникають у процесі експлуатації судна. А це також, відповідно до вищевикладеного, сприяє зниженню інтенсивності вібрації РК ОН. Все це, зрештою, сприяє підвищенню ресурсу ПК, а також зниженню трудомісткості і вартості будівлі пропонованого СПП.

Завдяки тому, що вирізи в бортових стінках понтона для проходу стислого повітря від ОН ПК СПП у внутрішню порожнину периферійного гнучкого ресивера його ГО, що розташовані, по висоті його корпусу, у проміжку між палубою понтона і платформою його ВР, а по довжині корпусу, у районі розташування ВР, забезпечені розташованими в площинах цих стінок плоскими фермами, утвореними трубчастими стійками і розкосами, що з'єднують собою верхні і нижні країки цих вирізів, з одного боку, забезпечується максимальна площа цих вирізів "у світлу", що необхідне для мінімізації їх гідравлічного опору і досягнення необхідної ефективності ПК СПП, а, з іншого боку, забезпечується все та ж жорсткість при зсуві бортових стінок корпусу судна в площинах їх плоских зовнішніх обшивок, яка сприяє, як це показано вище, зниженню величини уступів на внутрішніх поверхнях ВШ ОН в місцях притикання нижніх торцев повітрязабірників до верхніх торців відповідних зовнішніх оболонок верхніх частин ВШ ОН, що виникають в процесі експлуатації судна. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що вирізи в поздовжніх перебірках корпусу СПП для проходу стислого повітря від ОН його ПК у внутрішні порожнини поздовжнього і поперечного гнучких ресиверів внутрішнього контуру його ГО, що розташовані, по висоті його корпусу, в проміжку між палубою понтона і платформою його ВР, а по довжині корпусу, у районі розташування ВР, забезпечені по своїх периметрах фланцями, забезпечується стійкість при зсуві, а, отже, і жорсткість при зсуві в площинах їх обшивань, ослаблених великогабаритними вирізами поздовжніх перебирань корпусу судна, яка також сприяє, як це показано вище, зниженню величини уступів на внутрішніх поверхнях ВШ ОН в місцях притикання нижніх торцев повітрязабірників до верхніх торців відповідних зовнішніх оболонок верхніх частин ВШ ОН, що виникають в процесі експлуатації судна. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що жорстке з'єднання зовнішньої оболонки нижньої частини кожної ВШ ОН ПК СПП з палубою його понтона забезпечено, додатково, бракетами з фланцями уздовж їхніх вільних кромки, що сполучають цю оболонку з відповідними сусідніми РЖ бортової стінки, поздовжньої перебірка і поперечних перегородок надбудови корпусу судна, що обмежують відповідний окремий бортовий відсік ОН судна, забезпечується додаткова жорсткість цього з'єднання, що виключає можливість хоча б найменшого повороту горизонтальної підстави ВШ ОН під дією будь-якого моменту, що вигинає, прикладеного до неї з боку зовнішніх сил у будь-якій вертикальній площині, шляхом залучення за допомогою вказаних бракет у роботу розглянутого з'єднання сусідніх корпусних конструкцій судна. При цьому, фланці, якими бракети забезпечені уздовж своїх вільних крайок, підвищують їх стійкість під дією внутрішніх напружень, які виникають у них під

дією зовнішніх експлуатаційних навантажень. Все це також дозволяє істотно підвищити вигинисту жорсткість ВШ ОН, що забезпечує підтримку в процесі експлуатації СГШ максимальної співвідносності валу РК з вихідним валом КР ОН, не дивлячись на дію на згадану вище ЖВКК у процесі експлуатації судна різних зовнішніх навантажень. Це також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Завдяки тому, що еластичне ущільнення конструктивного зазору між нижнім торцем повітрязабірника і верхнім торцем зовнішньої оболонки верхньої частини кожної ВШ ОН ПК СПП забезпечено петлеподібним, в поперечному перерізі, кільцевим, еластичним, ущільнювальним профілем, встановленим на верхньому торцевому фланці зовнішньої оболонки верхньої частини кожної ВШ ОН і контактуючим своєю верхньою частиною з нижньою поверхнею горизонтального фланця, встановленого на зовнішній поверхні оболонки повітрязабірника в районі його нижнього торця, з можливістю ковзання по ній при горизонтальних зсувах верхньої палуби щодо понтона корпусу, можливих у процесі експлуатації судна, забезпечується необхідне для роботи ПК СПП ущільнення конструктивного рознімання між повітрязабірником і зовнішньою оболонкою верхньої частини ВШ ОН, що виключає в процесі експлуатації судна передачу яких або дій на ВШ ОН з боку конструкції верхньої палуби судна. Це також сприяє підтримці в процесі експлуатації СПП максимальної співвідносності валу РК з вихідним валом КР ОН його ПК. А це, у свою чергу, також сприяє підвищенню ресурсу ПК пропонованого СПП.

Конструкція пропонованого СПП проілюстрована кресленнями, на яких зображено:

на Фіг.1 - вигляд на СПП збоку з виривами, на яких зображений поздовжній переріз СПП вертикальною площиною, що проходить через вертикальні осі ОН ПК одного борту СПП;

на Фіг.2 - розріз А-А (див. Фіг.1);

на Фіг.3 - розріз Б-Б (див. Фіг.2);

на Фіг.4 - розріз В-В (див. Фіг.3);

на Фіг.5 - розріз Г-Г (див. Фіг.2);

на Фіг.6 - розріз Д-Д (див. Фіг.2);

на Фіг.7 - переріз Е-Е (див. Фіг.4);

на Фіг.8 - вигляд Ж (див. Фіг.7);

на Фіг.9 - переріз І-І (див. Фіг.4);

на Фіг.10 - переріз К-К (див. Фіг.4);

на Фіг.11 - вигляд Л (див. Фіг.10);

на Фіг.12 - вузол І (див. Фіг.3);

на Фіг.13 - абстрактний пружний брус в початковому стані (а) і в стані двоопорного вигину під дією рівномірного розподіленого поперечного навантаження (б), а також епюри виникаючих при цьому в його поперечних перерізах згинальних моментів (в) і сил, що перерізують (г).

Пропоноване СПП містить жорсткий корпус, що складається з понтона 1 (Фіг.1, 2) з ВР 2 і надбудови 3 з вбудованими в її конструкцію ВШ 4 ОН ПК СПП, виконаними, по висоті, з верхньої 5 (Фіг.3) і нижньої 6 частин, кожна з яких утворена її внутрішньою 7, 8 і зовнішньою 9, 10 оболонками.

Верхня частина 5 кожної ВШ 4 забезпечена повітрязабірником 11, а усередині неї розміщені: РК 12 зі своїм валом 13, НА 14 і В А 15 ОН ПК СПП. Опорні підшипники 16 валу 13 РК 12 розміщені в В А 15 і НА 14 ОН. Лопатки 17 В А 15 ОН, що розташовані в проміжку між внутрішньою 7 і зовнішньою 9 оболонками верхньої частини 5 кожної ВШ 4, жорстко сполучені як з обома цими оболонками 7, 9, так і з втулкою 18 валу 13 РК 12.

Нижня частина 6 кожної ВШ 4 виконана у вигляді осьоворадіального дифузора для плавного розвороту створюваного ОН ПК СПП потоку стислого повітря на 90° при його подачі у внутрішній об'єм ВР 2 понтони 1 корпусу судна і перетворення, за рахунок плавного збільшення займаного об'єму, його кінетичної енергії в статичну енергію тиску стислого повітря в повітряній подушці СПП. Внутрішня 8 і зовнішня 10 оболонки нижньої частини 6 кожної ВШ 4 ОН, по технологічних міркуваннях, можуть бути, у свою чергу, також розділені, по висоті, кожна на дві секції: верхню 19, 20 (Фіг.3) з порівняно простою конічною формою поверхні, і нижню 21, 22, поверхня якої має більше складну тороїдальну форму (двояка кривизна), що вимагає для її виготовлення застосування спеціального більше складного технологічного оснащення. Верхня 19, 20 і нижня 21, 22 секції кожної оболонки 8, 10 нижньої частини 6 ВШ ОН після свого виготовлення можуть бути попередньо жорстко сполучені між собою по фланцях 23 їх суміжних торців з утворенням єдиного монтажного блоку 8, 10. Усередині внутрішньої оболонки 8 нижньої частини 6 кожної ВШ 4 ОН розміщений його КР 24, що забезпечує передачу моменту, що крутить, від розташованого горизонтально валу 25, що з'єднує його з головним двигуном судна, до розташованого вертикально його вихідному валу 27. КР 24 змонтований на спеціальному фундаменті 27, встановленим на платформі 28 ВР 2 понтони 1 СПП.

З'єднання верхньої 5 і нижньої 6 частин кожної ВШ 4 ОН ПК СПП здійснене по суміжних торцях їх внутрішніх 7, 8 і зовнішніх 9, 10 оболонок і виконано жорстким, наприклад, також за допомогою фланців 29 (Фіг.3), якими можуть бути забезпечені їх суміжні торці. З'єднання внутрішньою 8 і зовнішньою 10 оболонок нижньої частини 6 кожної ВШ 4 ОН з платформою 28 ВР 2 і палубою 30 понтона 1 судна, відповідно, також виконано жорстким.

Зовнішня оболонка 9 верхньої частини 5 кожної ВШ 4 ОН ПК СПП проходить через відповідний виріз у верхній палубі 31 надбудови 3 судна з гарантованим конструктивним зазором (див. Фіг.1-3) між зовнішніми поверхнями елементів своєї конструкції і торцем вирізу у верхній палубі 31 надбудови. Повітрязабірник 11 верхньої частини 5 кожної ВШ 4 ОН виконаний у вигляді окремої конструкції, розташованої вище НА 14 ОН, по периметрі свого верхнього торця жорстко сполучений з циліндричним комінгсом 32, встановленим на верхній палубі 31 надбудови 3 судна по периметрі вирізу в ній для проходу зовнішньої оболонки 9 верхньої частини 5 ВШ 4 ОН, а своїм нижнім торцем 33 примикає до верхнього торця 34 зовнішньої оболонки 9 верхньої частини 5 ВШ 4 ОН також з гарантованим конструктивним зазором, забезпеченим спеціальним ущільненням.

Кінематичний зв'язок валу 13 РК 12 ОН ПК СПП з вихідним валом 26 його КР 24 виконаний за допомогою проміжного валу 35 (Фіг.1-3), сполученого з ними своїми кінцями за допомогою гнучких муфт 36.

Вертикальні осі ОН ПК СПП розташовані в середній, по довжині його корпусу, зоні, обмеженої його

поперечними перерізами: 0,35L і 0,65L, де L-довжина корпусу судна між його носовим 37 і кормовим 38 перпендикулярами (Фіг.1).

Внутрішні 7, 8 і зовнішні 9, 10 оболонки верхньої 5 і нижньої 6 частин кожної ВШ 4 ОН ПК СПП підкріплені РЖ 39 (Фіг.3, 4), спрямованими по утворюючих, тобто, у вертикальному напрямку.

Кожна ВШ 4 ОН ПК СПП розташована в окремому бортовому відсіку його корпусу, обмеженим: з боку борту судна, - відповідною бортовою стінкою 40 (Фіг.1-3) його надбудови 3, що переходить унизу у відповідну бортову стінку 41 його понтона 1, з боку ДП судна, - відповідним поздовжнім перебіркам 42, що простирається на всю висоту корпусу СПП від днища 43 його понтона 1 до верхньої палуби 31 його надбудови 3, а із сторін носа і корми судна, - розташованими між поздовжнім перебіркам 42 і бортовою стінкою 40 його надбудови 3 поперечними перегородками 44.

РЖ 45 (Фіг.3, 4), що підкріплюють плоскі обшивки бортових стінок 40, поздовжніх перебіркам 42 і поперечних перегородок 44 надбудови 3 корпуси СПП, що обмежують окремі бортові відсіки ОН його ПК, розташовані вертикально.

Вирізи в бортових стінках 41 понтона 1 для проходу стислого повітря від ОН ПК СПП у внутрішню порожнину периферійного гнучкого ресивера 46 (Фіг.1) його ГО, розташовані, по висоті корпусу судна, у проміжку між палубою 30 понтона 1 і платформою 28 його ВР 2, а по довжині корпусу судна, в районі розташування ВР 2 його понтона 1, забезпечені розташованими в площинах цих стінок плоскими фермами, утвореними трубчастими стійками 47 (Фіг.5) і розкосами 48, що сполучають собою верхні і нижні країки цих вирізів.

Вирізи в поздовжніх перебірках 42 корпуси СПП для проходу стислого повітря від ОН його ПК у внутрішні порожнини поздовжнього 49 і поперечного 50 гнучких ресиверів внутрішнього контуру його ГО, розташовані, по висоті корпусу судна, у проміжку між палубою 30 понтона 1 і платформою 28 його ВР 2, а по довжині корпусу судна, у районі розташування ВР 2 його понтона 1, забезпечені по своїх периметрах фланцями 51 (Фіг.6).

Нижня секція 22 зовнішньої оболонки 10 нижньої частини 6 кожної ВШ 4 ОН ПК СПП забезпечена, додатково, бракетами 52 (Фіг.3, 4, 7-11) з фланцями 53 уздовж їхніх вільних крайок, встановленими в площинах розташування на її верхній секції 20 РЖ 39. Однієї зі своїх бічних сторін вони приєднані до нижньої секції 22 зовнішньої оболонки 10 нижньої частини 6 ВШ 4 ОН, а своєю іншою бічною стороною - до відповідних сусідніх РЖ 45 поздовжнього перебірка 42 і бортової стінки 40 надбудови 3, а також до пілерсів 54, що є продовженням РЖ 45 поперечних перегородок 44 надбудови 3 корпуси судна, що обмежують відповідний окремий бортовий відсік ОН ПК судна.

Еластичне ущільнення конструктивного зазору між нижнім торцем 33 повітрязабірника 11 і верхнім торцем 34 зовнішніх оболонки 9 верхньої частини 5 кожної ВШ 4 ОН ПК СПП забезпечено петлеподібним, у поперечному перерізі, кільцевим, еластичним, ущільнювальним профілем 55 (Фіг.12), встановленим на верхньому торцевому фланці 56 зовнішньої оболонки 9 верхньої частини 5 кожної ВШ 4 ОН і контактуючим своєю верхньою частиною з нижньою поверхнею горизонтального фланця 57, встановленого на зовнішній поверхні оболонки повітрязабірника 11 в районі його нижнього торця 33 з можливістю ковзання по ній при можливих переміщеннях, у горизонтальному напрямку, верхньої палуби 31 надбудови 3 по відношенню до понтона 1 унаслідок деформацій корпусу судна в процесі його експлуатації.

Перш, ніж приступити до розгляду роботи пропонованої конструкції СПП, відзначимо наступне. У результаті експериментальних досліджень, виконаних з використанням американського експериментального десантно-висадочного СПП "JEFF(A)" [3], було встановлено, що в найбільш небезпечних для міцності корпусу СПП випадках його експлуатації характер розподілу по довжині судна моментів, що вигинають, і сил, що перерізують, викликаних ударами хвиль в його корпус при русі по схвильованій водній поверхні, дуже близький до характеру розподілу моментів, що вигинають, і сил, що перерізують, по довжині балки, вільно обертої по кінцях і завантаженої у прольоті рівномірно розподіленим поперечним навантаженням ([4], стор. 293 мал. 4.10 і 4.11). Приблизно так само в найбільш небезпечних випадках експлуатації СПП виглядає характер розподілу моментів, що вигинають, і сил, що перерізують, і по ширині його корпусу ([4], стор. 294 мал. 4.13). Як під дією рівномірно розподіленого поперечного навантаження розподіляються по довжині двоопорної балки моменти, що вигинають, і сили, що перерізують, схематично показано на кресленні (Фіг.13), на якому зображений брус 58 із співвідношенням габаритних розмірів по довжині і висоті, приблизно таким же, як і у великотоннажного СПП. На цьому кресленні показаний також характер викривлення плоских поперечних перерізів 59 (див. Фіг.13а, 13б) бруса 58, що відбувається унаслідок зсуві шарів його матеріалу друг щодо друга, викликаного дією на ці шари сил (див. Фіг.13г), що виникають у відповідних перерізах бруса під дією поперечного навантаження, прикладеного до нього ([5], стор. 303 Фіг.220). З креслення виходить, що, вигин бруса 58 супроводжується істотним зсувом (ε), в горизонтальному напрямку, його крайнього верхнього шару 60 по відношенню до його крайнього нижнього шару 61. Величина цього зсуві (ε) тим більше, чим ближче даний поперечний переріз розташований до кінців бруса 58. У середньому по довжині поперечному перерізі 62 бруса 58 величина цього зсуві (ε), не дивлячись на те, що тут діє максимальний момент, що вигинає (див. Фіг.13в), дорівнює нулю. А, оскільки закон наростання величини цього зсуві (ε), у міру видалення розглянутого поперечного переріза бруса 58 від його середини 62, описується формулою для квадратичної параболи, то в середній по довжині (L) бруса 58 зоні, що безпосередньо примикає до його середнього поперечного перерізу 62 і обмежена поперечними перерізами: 0,3 5L і 0,65L, максимальна величина цього зсуві (ε) ще відносно невелика (складає 2,25% від її величини на кінцях бруса), а далі починає швидко наростати, досягаючи на кінцях бруса 58 всіх своїх 100%.

За допомогою горизонтального валу 25 (див. Фіг.1, 3), КР 24 з вертикально розташованим вихідним валом 26 і проміжного валу 35 момент, що крутить, від розташованого в кормовій частині судна одного з його головних двигунів передається валу 13 РК 12 ОН ПК пропонованого СПП. При обертанні РК 12 ОН відбувається усмоктування повітря у ВШ 4 ОН. У верхній частині 5 ВШ 4, утвореною її внутрішньою 7 і зовнішньою 9 оболонками, повітря проходить через повітрязабірник 11, НА 14, РК 12 і В А 15 ОН,

розгоняється і попадає в осьоворадіальний дифузор ОН. Завдяки спеціальній кривизні поверхонь утворюючих його внутрішньої 8 і зовнішньої 10 оболонок нижньої частини 6 ВШ 4 ОН потік повітря, що проходить через нього, плавно без зайвих гідравлічних втрат змінює напрямок свого руху з осьового на радіальне, розширюється і попадає у внутрішній об'єм ВР 2 понтона 1 корпусу судна. Та частина повітряного потоку, яка отримала, при цьому, напрямок подальшого руху у бік борту судна (див. Фіг.3), проходячи через виріз в бортовій стінці 41 (див. Фіг.5) понтона 1 його корпусу, мимо стійок 47 і розкосів 48 фермової структури, що підкріплює бортову стінку 41 понтона 1 в районі цього вирізу, попадає у внутрішній об'єм бортового жорсткого ресивера 63 корпуси СПП і, далі, у внутрішній об'єм його периферійного гнучкого ресивера 46. Та ж частина повітряного потоку, яка отримала, при цьому, напрямок подальшого руху у бік ДП корпусу судна (див. Фіг.3), проходячи через великогабаритні вирізи в поздовжнім перебиранні 42 його корпусу, що підкріплені фланцями 51 (див. Фіг.6), і спеціальні наскрізні вертикальні канали 64 (див. Фіг.1, 2), що виконані в його понтоні 1 і розташовані в межах його ВР 2 в два ряди: один - уздовж ДП корпусу судна (див. Фіг.2) і інший - уперек його (див. Фіг.1), попадає у внутрішні об'єми, відповідно, поздовжнього 49 і поперечного 50 гнучких ресиверів внутрішнього контуру ГО СПП. З внутрішніх об'ємів названих вище гнучких ресиверів 46, 49, 50 стислий з допомогою ОН повітря через знімні навісні соплові елементи 65 витікає у внутрішній об'єм, утворений під днищем понтона 1 зовнішнім контуром вказаного вище ГО судна, створюючи тим самим під його корпусом повітряну подушку. При цьому, кінетична енергія створюваних ОН СПП повітряних потоків у міру їх поступового розширення на їх шляху в повітряну подушку перетворюється в статичну енергію тиску стислого повітря в повітряній подушці, що піднімає СПП над опорною поверхнею і різко знижує опір його поступальному руху. Завдяки цьому СПП під дією тяги, що створюється його рухомо-рушійними комплексами 66, може розвивати відносно високу, для водного транспорту, швидкість руху.

Жорстке з'єднання внутрішньої 7, 8 (див. Фіг.3) і зовнішньої 9, 10 оболонок кожної ВШ 4 ОН між собою і з втулкою 18 валу 12 його РК 12 в їх верхніх частинах 5 за допомогою лопаток 17 В А 15 ОН і жорстке з'єднання цих оболонок в їх нижніх частинах 6, 8, 21 і 6, 10, 22, відповідно, з платформою 28 ВР 2 понтона 1 і палубою 30 понтона 1 корпусу судна, відповідно, у свою чергу, жорстко сполучених між собою за допомогою бортових стінок 41 (див. Фіг.2, 3) понтона 1, поздовжніх перебирань 42 корпусу судна і розташованих в межах ВР 2 понтона 1 пілерсів 67, а також форма поверхонь цих оболонок (поверхні обертання з інтенсивним збільшенням їхніх діаметрів у міру наближення до підстави ВШ 4 ОН, на зразок Ейфелевої вежі), підкріплених розташованими по їх утворюючим РЖ 39, значна частина яких в самому низу переходить в спеціальні бракети 52 (див. Фіг.7, 9, 10), що сполучають їх з сусідніми конструкціями корпусу судна, забезпечують утворення своєрідної ЖВКК, яка дозволяє при всіх режимах експлуатації пропонованого СПП зберігати необхідну співвісність вихідного валу 26 КР 24 з втулкою 18 валу 13 РК 12 ОН його ПК. При цьому, застосування утвореної стійками 47 (див. Фіг.2, 5) і розкосами 48 фермової структури для підкріплення бортових стінок 41 понтона 1 корпусу судна в районах розташування суцільних вирізів в них для безперешкодного проходження потоків стислого повітря, що нагнітають ОН, з ВР 2 понтона 1 у внутрішні порожнини жорстких бортових ресиверів 63 корпусу судна забезпечує ефективну компенсацію істотного ослаблення вказаних бортових стінок 41 згаданими суцільними вирізами і, тим самим, сприяє збереженню необхідної жорсткості бортових стінок 41 понтона 1 в їхніх площинах, необхідної для забезпечення необхідній жорсткості з'єднання згаданої ЖВКК з вказаними вище конструкціями понтона 1 корпусу судна. Тієї ж мети служать і фланці 51 (див. Фіг.2, 6), якими забезпечені великогабаритні вирізи в розташованих, по висоті, між платформою 28 ВР 2 і палубою 30 понтона 1 ділянках стінок поздовжніх перебирань 42 корпусу судна. Завдяки цим фланцям 51 виключається можливість втрати стійкості плоскої форми вигину ослаблених великогабаритними вирізами ділянок цих стінок під дією сил, що впливають на них в процесі експлуатації СПП.

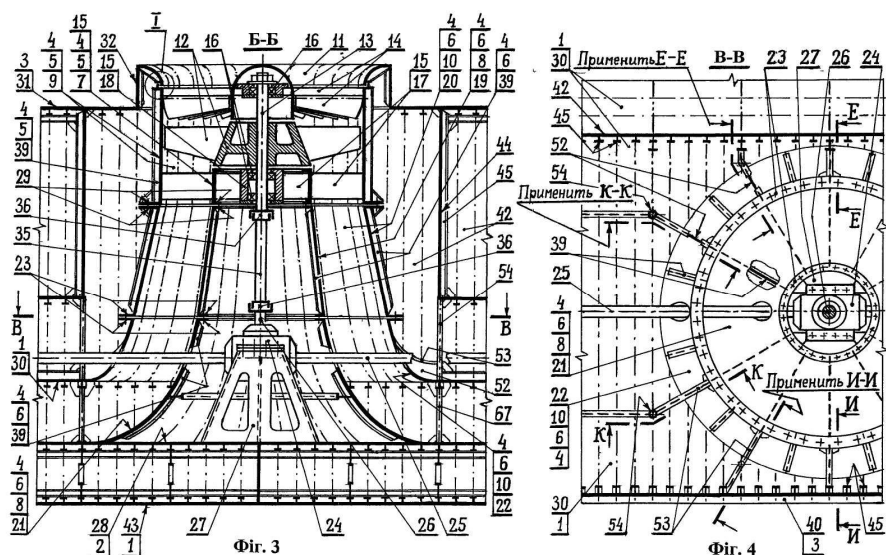
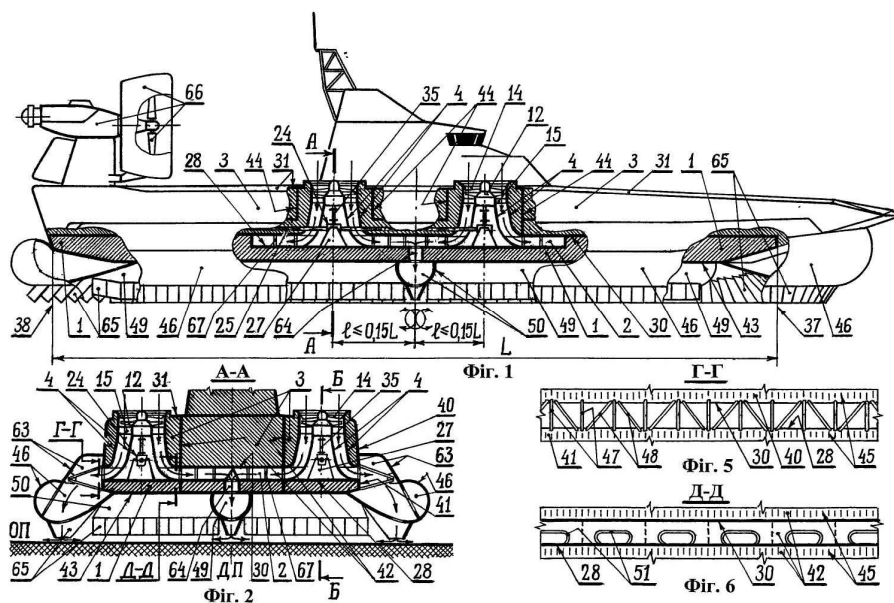
Як було показано вище (див. Фіг.13), під дією зовнішніх навантажень, що впливають на корпус СПП в процесі експлуатації, верхня палуба 31 його надбудови 3 випробовує горизонтальні зсуви по відношенню до його понтона 1. Але це не приводить до відповідного перекосу вказаних вище ЖВКК і пов'язаному з цим перекосом небажаному зсуву осей валів 13 РК 12 їх ОН до осей відповідних вихідних валів 26 їх КР 24, оскільки верхня частина 5 кожної ВШ 4 ОН проходить через відповідний їй виріз (див. Фіг.3) у верхній палубі 31 надбудови 3 корпусу пропонованого СПП із зазором і не сполучена з нею. Проте, з верхньою палубою 31 надбудови 3 корпусу пропонованого СПП відносно жорстко зв'язані повітрязбірники 11 ВШ 4 їх ОН. Унаслідок вказаних вище горизонтальних зсувів верхньої палуби 31 надбудови 3 нижні торці 33 повітрязбірників 11 відповідно зміщуються по відношенню до верхніх торців 34 зовнішніх оболонок 9 верхньої частини 5 ВШ 4 ОН. Але величини цих зсувів відносно невеликі і не викликають істотної додаткової турбулізації повітряних потоків, що створюють ОН, і відповідного додаткового гідравлічного опору їх ВШ 4, а також додаткової вібрації РК 12 ОН. Цьому сприяють: розташування ВШ 4 ОН ПК пропонованого СПП в середній, по довжині корпусу судна, зоні, обмеженої його поперечними перерізами: 0,35L і 0,65L, у межах якої величина поздовжнього горизонтального зсуву верхньої палуби 31 надбудови 3 по відношенню до понтона 1 корпусу судна має мінімальне значення (див. Фіг.13); розташування кожної ВШ 4 ОН в окремому бортовому відсіку корпусу судна, обмеженим, кожен, поздовжньою перебіркою 42, бортовою стінкою 40 і поперечними перегородками 44 його надбудови 3, і вертикальне розташування РЖ 45, що підкріплюють плоскі обшивки цих корпусних конструкцій і забезпечують їм необхідну стійкість плоскої форми вигину, а, отже, і додаткову жорсткість всього корпусу судна при зсуві, що дозволяє максимально понизити величину горизонтальних зсувів верхньої палуби 31 його надбудови 3 по відношенню до його понтона 1.

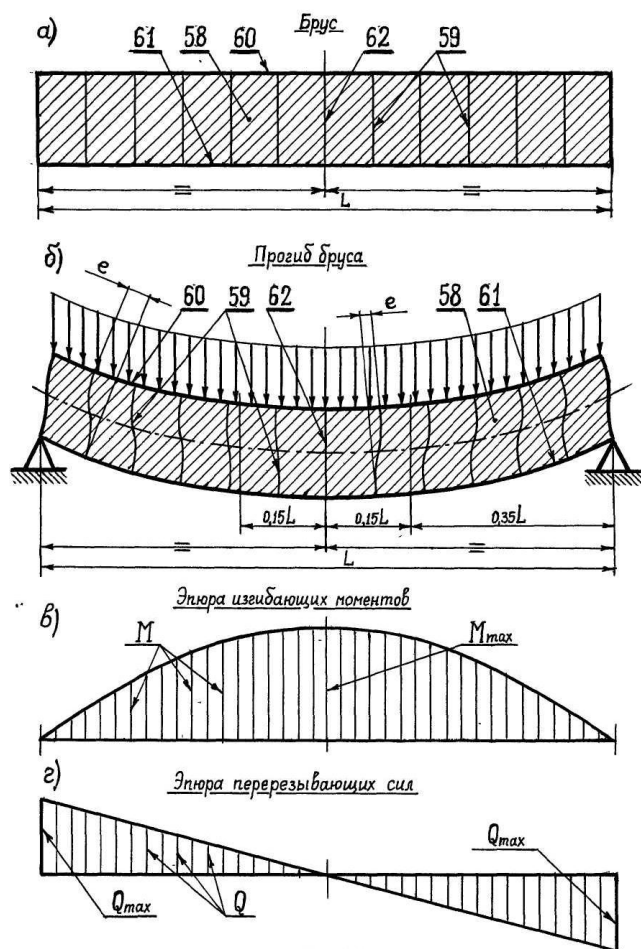
Використані джерела

1. Патент США №3118513. Ground Effect Vehicle with integrated directional and propulsive thrust means. Зареєстрований: 21.01.1964.
2. Патент России №1170698. Судно на воздушной подушке (прототип). Заявл.: 08.12.1983, опубл.: 27.01.2001.
3. Mantle P.I. A Technical Summary of Air Cushion Craft Development. -DWT NSRDC Report № 4727, Bethesda, MD, 1975.

4. Колызаев Б.А., Косоруков А.И., Литвиненко В.А. Справочник по проектированию судов с динамическими принципами поддержания. Л., Судостроение, 1980.

5. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. М., Государственное издательство физико-математической литературы, 1962.





Фиг. 13