

МЕТОД ЗА ПРЕДВАРИТЕЛНО ВРЯЗВАНЕ, НИВЕЛИРАНЕ НА ПЛАВАЩ КЕСОН ТИП ПНЕВМО-КОНСТРУКЦИЯ И НАПРЯГАНЕ НА ЗЕМНАТА ОСНОВА

Генчо Динев Георгиев

METHOD FOR PRELIMINARY CROSSING, NIVELING OF FLOWERING CAISSON TYPE PNEUMO-STRUCTURE AND PRESSURE OF THE EARTH BASIS

Gencho Dinev Georgiev

Резюме: Прогнозирането на величината на връзване на ножовете на контурни хидротехнически съоръжения от типа на потъващи кладенци не се решава еднозначно в хидротехническата наука, а нейното предварително фиксиране е невъзможно без допълнително, скъпо струваща обработка на дъното, което довежда до ограничено използване на по-съвременните и икономични конструкции като пилоти с голям диаметър, плаващ кесон без дъно и други гравитационни хидротехнически конструкции с контурно взаимодействие с дъното.

Същността на проблема е да се създаде метод за проектно връзване на основния контур на плаващ кесон от нов тип, нивелиране на съоръжение изградено от един или повече кесони, продължителна консолидация във времето на земната основа под основния контур на кесона, предварително напъгане на земната основа под основния контур на кесона с натоварвания по-големи от експлоатационните при необходимост от последващо запълване с друг запълнител посредством издигане на воден стълб над средно водно ниво в работните камери на кесона след полагането му на дъното, задържане на издигнатия воден обем над средно водно ниво до проектна кота, преразпределяне теглото на издигнатия и задържан воден обем като гравитационен запълнител в експлоатационни условия.

Ключови думи: хидротехническо строителство, плаващ кесон, пневмо-конструкция

Abstract: The prediction of the cutting force of the knives of contouring hydraulic structures of the sinking type (caisson) is not solved unambiguously in hydrotechnical science, and its pre-fixation is impossible without additional, costly bottom processing, which leads to limited use of contemporary and economical conversions such as large-diameter pilots, floating bottomless moorings and other gravitational hydraulic constructions with contour interactions with the bottom.

The essence of the problem is to create a method of designing the basic contour of a new type of floating caisson, leveling a gear made up of one or more caissons, a continuous consolidation of the earth's foundation under the main caisson contour, pre-stressing of the ground foundation the main caisson contour with loads greater than operational in case of necessity of subsequent filling with another contractor by raising a water column above the average water level in the caissons working chambers after laying on the bottom, keeping the raised water volume above the average water level to the project elevation, redistributing the weight of the raised and retained water volume as a gravity fill in operating conditions.

Key words: Hydraulic Construction, Floating Caisson, Air Pressure

1. Предпоставки за решаването на проблема

Особеност при пилотите с голям диаметър и плаващите кесони от нов тип, работещи като гравитационни съоръжения е отсъствието на монолитно дъно. Това довежда до създаване по контура на основата, под ножа, на значителни напрежения, често превишаващи допустимите съпротивления на земната основа. Възникващите при това неравномерни слягания могат да бъдат лимитиращи при определяне на размерите на конструкцията и дебелините на носещите стени.

Осреднените слягания на пилотите с голям диаметър при натурни измервания са по-големи от сляганията изчислявани при предложение за работа на пилота като щампа на линейно-деформируема основа. Това се обяснява основно с наличието на местни деформации на основата под опорния контур на пилота. Тези деформации се предизвикват от неравномерни слягания на съоръженията и се определят от степента на връзване на основата на пилотите в земната основа. Частта на тези допълнителни слягания, характерни за тънкостенните конструкции без дъно съставлява около 30% от общите слягания [1, 2].

2. Решение на проблема

Предлаганият метод [3, 4] се състои в следното: с помощта на противоналягане /вакуум/ в избрани или всички работни затворени само отгоре и контактни със земната основа средни камери 1 (Фиг. 1.) на кесона след полагането му на щатно място се издига воден стълб 3 над средно водно ниво; след затваряне на изравнителните кранове 6 на работните камери 1 на кесона се задържат издигнатите водни обеми 3 до проектни или пределни коти; в експлоатационни условия на големи външни натоварвания теглото $V = \sum V_i$ на издигнатите и задържани (i на брой) водни обеми 3 като гравитационен запълнител се преразпределя в работните камери 1 на кесона за осигуряване на обща устойчивост на кесона и представлява свръх тегло, въздействащо на земната основа под опорния контур на съоръжението допълнително, освен теглото на самия кесон G_w с отчитане на частта му намираща се под вода или:

$$RI = V + G_w . \quad (3.1.)$$

С помощта на разпределения издигнат воден обем 3 над средно водно ниво, основният контур на кесона 4 се връзва до проектна или пределна величина в земната основа; с баланс и продължително във времето действие на издигнатия и задържан воден обем 3 се консолидира земната основа под основния контур на кесона 4; с вертикални натоварвания значително превишаващи експлоатационните се напруга предварително земната основа под основния контур 4 на кесона при необходимост от последващо запълване с друг запълнител. След постигане на желания ефект противоналягането 2 в средните работни камери 1 постепенно се изравнява, като издигнатия воден 3 обем се освобождава през компенсационните отвори 5 на кесона. Тази последователност може да се изпълнява многократно с различни натоварвания във всички или избрани работни камери 1 на кесона до постигане на пределно или необходимо връзване, нивелиране на кесона, консолидиране и предварително напругане на земната основа под основния му контур 4.

3. Теоретични основи на метода

Теоретичното обяснение на метода произлиза от разглеждането на основното уравнение на хидростатиката:

$$Z_1 + \frac{P_{1p}}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_{2p}}{\gamma} = Z_a + \frac{P_a}{\gamma} = H = \text{const.}, \quad (4.1.)$$

където:

P_{1p} и P_{2p} - са пълните (абсолютни) налягания;

P_a - налягане върху повърхността на течността:

$$P_p = P_a + Z_a \cdot \gamma \quad (4.2.)$$

Разглеждаме сечения I-I и II-II, (Фиг. 2.). За тези сечения от у-ние 4.1 можем да запишем:

$$Z_a + \frac{P_a}{\gamma} = (Z_a + h) + \frac{P_o}{\gamma} \quad (4.3.)$$

Уравнение 4.3 е написано при условие, че течността в работните затворени камери се намира в покой. Развиваме уравнението:

$$Z_a \cdot \gamma + P_a = Z_a \cdot \gamma + h \cdot \gamma + P_o$$

$$P_o = P_a - h \cdot \gamma \quad (4.4.)$$

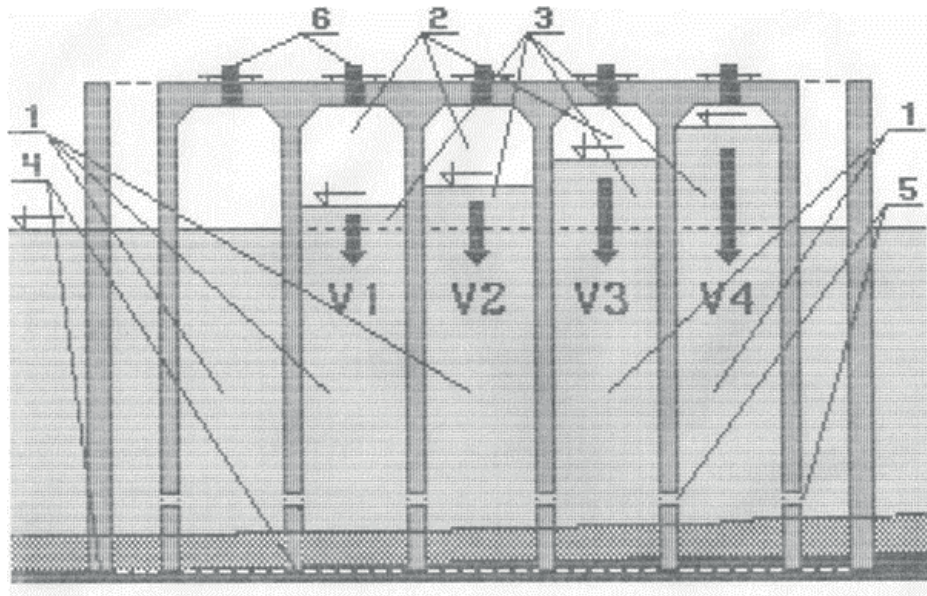
или

$$P_o < P_a, \quad (4.5.)$$

което означава, че в пространството под горния капак се създава вакуум, където:

P_o - абсолютен вакуум;

$-h \cdot \gamma$ - отрицателно манометрично налягане.



Фиг. 1. Нивелиране на кесона. 1-средни работни камери; 2-вакуум; 3—издигнат воден стълб; 4-основен контур; 5- компенсационни отвори; 6- изравнителни кранове.

Вече доказахме, че налягането в т. 1 е равно (γ —ние 4.4):

$$P_1 = P_o = P_a - h \cdot \gamma \quad (4.6.)$$

В т. 2, при $h = 0$ налягането ще бъде:

$$P_2 = P_a - 0 \cdot \gamma$$

или

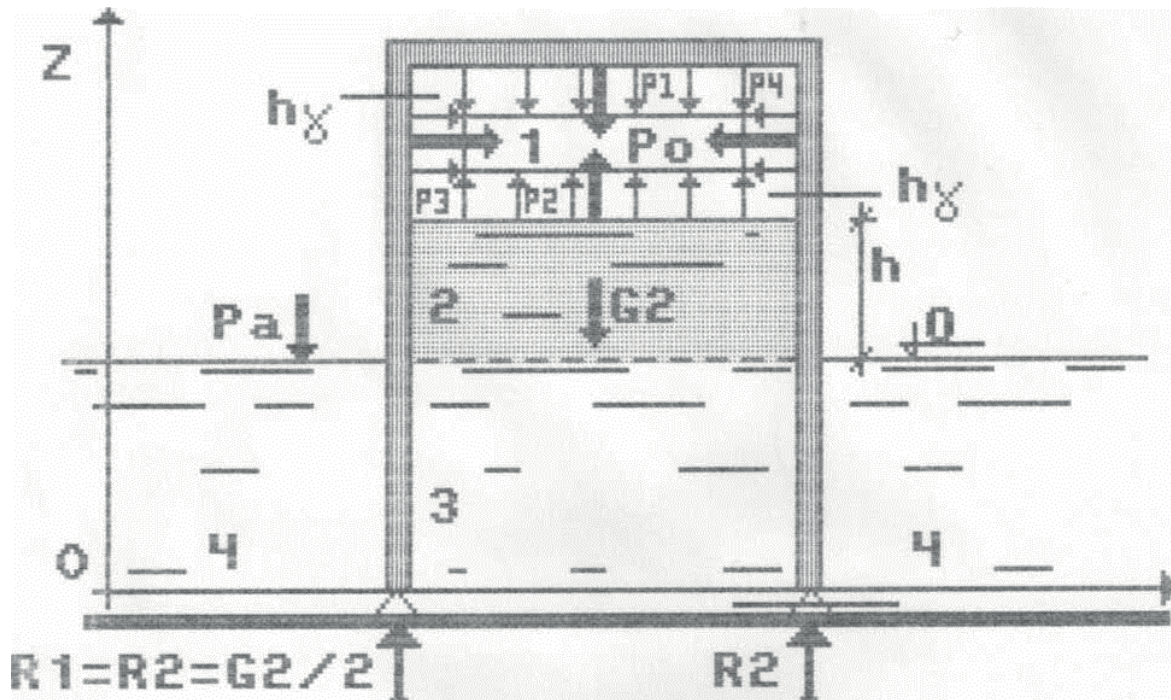
$$P_2 = P_a - \text{равно на атмосферното.} \quad (4.7.)$$

В т. 3 абсолютното налягане ще бъде равно:

$$P_3 = P_a + Z_a \cdot \gamma, \quad (4.8.)$$

а манометричното:

$$P_3 = Z_a \cdot \gamma \quad (4.9.)$$



Фиг. 2. Издигнат воден стълб в средните работни камери.

Не се нуждае от доказателство и това, че абсолютното налягане в т. 4 ще бъде същото, както в т. 3 или:

$$P_3 = P_4 = P_a + Z_a \cdot \gamma. \quad (4.10.)$$

В областта 1 (фиг. 3) съществува вакуум с величина (от 4.4):

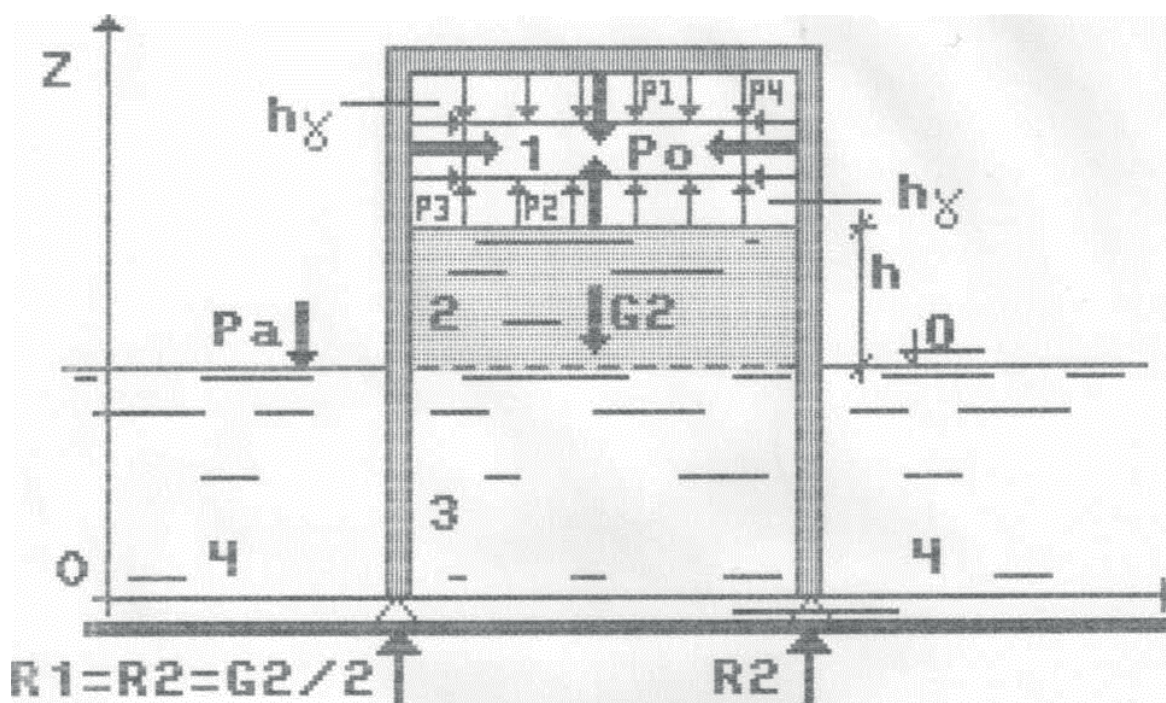
$$P_0 = P_a - h \cdot \gamma.$$

Това означава, че в състояние на покой върху стените на конструкцията и водната повърхност в област 1 действат равномерно разпределено налягане с интензивност $p = h \cdot \gamma$ и с нормално към стените (Фиг. 3.) направление.

До сега разгледахме скаларното поле на налягането (P/γ), при което величината $P/\gamma = f(x, y)$ се явява потенциална функция на векторното поле на градиентите на налягането. Освен в него, разглежданият обем течност се намира и във векторното поле на силата на тежестта, описвано с потенциалната функция Z .

Областта 2 представлява издигнатия обем течност над средно водно ниво 0, намиращ се в покой и задържан от вакуума в областта 1 с тегло $G_2 = V_2 \cdot \gamma$.

Вече показахме, че областта 3 се намира в статическо равновесие и разпределянето на хидростатичното налягане не се отличава от това в областта 4.



Фиг. 3. Сили и въздействия.

Представяме разпределеното натоварване в област 1 с концентрирани резултантни сили P , две по две еднакви по величини и симетрично противоположни по направление:

$$P_1 = P_2 ; P_3 = P_4 . \quad (4.11.)$$

Разпределеното натоварване в област 1 е с интензивност $p = h \cdot \gamma$. То се разпределя по цялата гранична площ между областите 1 и 2. Резултантната сила P_2 може да се изрази:

$$P_2 = S_1 \cdot p = S_2 \cdot h \cdot \gamma = V_2 \cdot \gamma = G_2 \quad (4.12.)$$

От това следва, че силата P_2 е равна по големина и симетрично противоположна ($S_1 = S_2$) на силата R_2 . Тя е силата, която задържа обема V_2 над водното ниво 0.

Освен тези сили на конструкцията действа още и архимедовата сила A , която можем да пренебрегнем при доказателството.

Определяме опорните реакции на системата:

$$\Sigma H = P_4 - P_3 = 0 \quad (S_3 = S_4) \quad (4.13.)$$

$$\Sigma V = P_1 - P_2 + G_2 = G_2 \quad (4.14.)$$

или

$$R_1 = R_2 = V_2 \cdot \gamma / 2 = G_2 / 2 . \quad (4.15.)$$

С това се доказва, че теглото G_2 на издигнатия и задържан воден обем се разпределя под основният връзващ се контур на кесона и представлява свръх тегло, въздействащо

допълнително освен теглото на самия кесон с отчитане на частта му, намираща се под вода.

4. Предимства и област на приложение

Предимствата на предлагания метод се състоят в следното:

- методът се използва за гравитационни съоръжения от кесони, положени на дъното и имащи горна кота над средно водно ниво;
- позволява продължително гравитационно въздействие върху земната основа при еднократно издигане и задържане на воден обем над средно водно ниво;
- изобретението се прилага при всякакъв вид земна основа с изключение на скално дъно;
- при запълване на свободното пространство над водно ниво на средните, затворени отгоре работни камери на кесона и преразпределяне масата на издигнатия и задържан воден обем, съоръжението от един или група кесони работи гравитационно и достига обща устойчивост при големи експлоатационни натоварвания;
- възможно е точно определяне и прилагане на силата с която се въздейства на кесона, с което се избягва преоразмеряването му;
- при използване на метода за връзване на кесона в земната основа не се използва циркулация на водната среда под основния му контур, което води до нарушаване на дънната структура и опасност от слягания в експлоатационни условия;
- въздействието върху земната основа само гравитационно, с натоварвания, които могат да превишават експлоатационните, подобрява структурата на слабите почви и изключва по-нататъшната им консолидация по време на експлоатация;
- методът позволява с малки натоварвания и мощност на вакуумните помпи да се издигне воден обем с много голямо собствено тегло;
- позволява предварително връзване на основния контур на кесон без дъно до пределна или предварително зададена величина в земната основа, преди запълването му;
- допринася за нивелиране на конструкцията без допълнителна обработка за заздравяване и изравняване на дъното;
- довежда до най-благоприятния режим на работа в експлоатационни условия на кесон без дъно (при запълване на основния контур до здрава земна основа);
- благодарение на предварителното налягане на земната основа под основния контур на кесона се свежда до минимум по-нататъшното експлоатационно слягане на съоръжението;
- не изисква допълнителни устройства и механизация;
- може да се изпълнява циклично и многократно.

Методът предоставя възможност за експлоатационна работа на единични или група от кесони без дъно като гравитационни съоръжения с което могат да се спестят строителни материали и работни операции. Позволява многократното използване на едни и същи модули при различни местоположения. Той позволява точно и бързо достигане на проектното връзване при слаба основа на разнообразни пристанищни и брегоукрепителни съоръжения, изкуствени острови, гравитационни модули в нефтопроучвателни, нефтодобивни и газоулавящи съоръжения, бентове, основи за мостови опори и др.

Предлаганият метод позволява при занижени разходи достигане на прецизност, точност и качество при строителството.

Методът за предварително връзване на кесон без дъно и налягане на земната основа е новост в хидротехническото строителство и такъв метод не е известен в световната хидротехническа теория и практика.

Литература

1. Смирнов Г.Н., Горюнов Б.Ф., Курилович Е.В., Левачев С.Н., Сидорова А.Г., Порты и портовые сооружения, Национальный Исследовательский Московский Государственный Строительный Университет (НИУ МГСУ),. Стройиздат 1978 г./ Smirnov G.N., Gorjunov B.F., Kurilovich E.V., Levachov S.N., Sidorova A.G. Ports and Port Facilities. NIU MGBU, Stroiizdat 1978 (Ru);
2. Левачев С.Н., НИУ МГСУ, Оболочки в гидротехническом строительстве. Стройиздат 1978 г./ Levachov S.N., Shells in hydraulic engineering construction. NIU MGBU, Stroiizdat 1978 (Ru);
3. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 70992, 08.07.1985 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 70992, 08.07.1985.
4. Георгиев Г.Д. Изобретение рег. N 91624, 1990 г./ Georgiev G.D. Invention Reg. No 91624, 1990.

За контакти:**Генчо Динев Георгиев**

докторант на Институт по океанология - БАН,

гр. Варна- 9000, п. к. 152,

тел. 0889706920

e-mail: bgports@abv.bg