

Графіки  $U=f(t)$  і  $A_i/A_{max}=f(t)$  на ПК 22.00 і 64.00 за межами контуру прогновної газоносності змінюються плавно без явно виражених періодів коливання впродовж доби.

**Висновки.** На основі отриманих результатів дослідних робіт з дослідження добової динаміки геоелектричного поля на Городоцькому газовому родовищі можна зробити такі висновки:

1. На Городоцькому газовому родовищі і на Північно-Городоцькій газоперспективній структурі спостерігається явище аномальної добової динаміки локального геоелектричного поля (ефект АДДЛП).

2. В природному електричному полі (по Баласаняну С.Ю. природно викликана поляризація – ПВП) цей ефект проявляється чіткіше, ніж при штучно викликаній поляризації (ШВП) в методі ЗСБЗ. Питання добової динаміки електромагнітних параметрів методу ЗСБЗ вимагає додаткових експериментальних досліджень.

3. Не зважаючи на деяку неоднозначність отриманих результатів, вважаємо, що необхідно продовжити роботи з дослідження добової динаміки геоелектричного поля на інших відомих родовищах вуглеводнів.

4. Отримані результати на Городоцькому родовищі свідчать про певні перспективи застосування динамічних методів електророзвідки при нафтогазопозукових роботах.

### Література

1 Баласанян С.Ю. Динамическая геоэлектрика. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1990. – 232 с.

2 Лящук Д.Н., Борсук В.А., Йосипенко Т.М. Добова динаміка геоелектричного поля на Городоцькому газовому родовищі // Матеріали наукової конференції „Нові геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища”. – 2006. – С. 20-22.

УДК 622.279.23/4

## ВИЗУАЛЬНАЯ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОПОРНЫХ БЛОКОВ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ ИЗ ОПЫТА РЕКОНСТРУКЦИИ «МСП-4 ГОЛИЦЫНСКОГО ГКМ»

*В.В.Огданец*

*Специализированное строительно-монтажное управление ГАО „Черноморнефтегаз”,  
96400, АР Крым, пгт. Черноморское, ул. Павленко, 63, тел./факс (06558) 92892,  
e-mail: vogdanets@gas.crimea.ua*

*Изложены результаты визуальной и инструментальной оценки состояния опорных блоков морских стационарных платформ, длительное время находящихся в морской сфере. Установлены виды коррозии в подводной, надводной и периодически смачиваемой поверхности. Определены виды коррозии и износа элементов МСП.*

*The results of the visual and instrumental evaluation of the capacity of the blocks of the sea stationary platforms that were in the human environment for the long period of time are shown. The types of corrosion in underwater, above-water and moisted surface were settled. The types of corrosion and wear and tear of MSP elements were defined.*

Конструкция морской стационарной платформы (МСП-4) была разработана институтом «Гипроморнефть» в 1973 году. В 1974 году платформа была изготовлена и установлена в акватории Черного моря на глубине 32-33 м в 63 км на запад от Крымского полуострова и является объектом обустройства Голицынского газоконденсатного месторождения. Первоначально данное сооружение предназначалось для бурения четырех скважин и состояло из четырех производственных и одного отдельно стоящего жилого блока. В последующие годы, несущие конструкции опорных блоков были усилены, а сама платформа была дополнена еще четырьмя блоками, два из которых представляют собой отдельно стоящие конструкции. Конструкция опорного блока, на которой располагался жилищно-вертолетный комплекс, была заменена новой пирамидального вида.

На сегодняшний день МСП-4 является технологической. Ситуационный план представлен на рис. 1. Основной единицей является производственный блок, который был спроектирован для данного района Черного моря с учетом имевшихся на тот период времени монтажных средств. Опорный блок конструктивно выполнен из двух частей: подводной и надводной. Конструкция опорного блока представляет собой пространственное призматического типа решетчатое сооружение с размерами в плане 16х16 м. Все элементы выполнены из труб разного диаметра.

Общая высота подводной части производственного блока составляет 33 м. Блок имеет 9 опорных стоек. По высоте конструкция опорного блока перебита тремя горизонтальными решетчатыми диафрагмами, которые расположены на расстояниях 8,5 м друг от друга. Ниж-

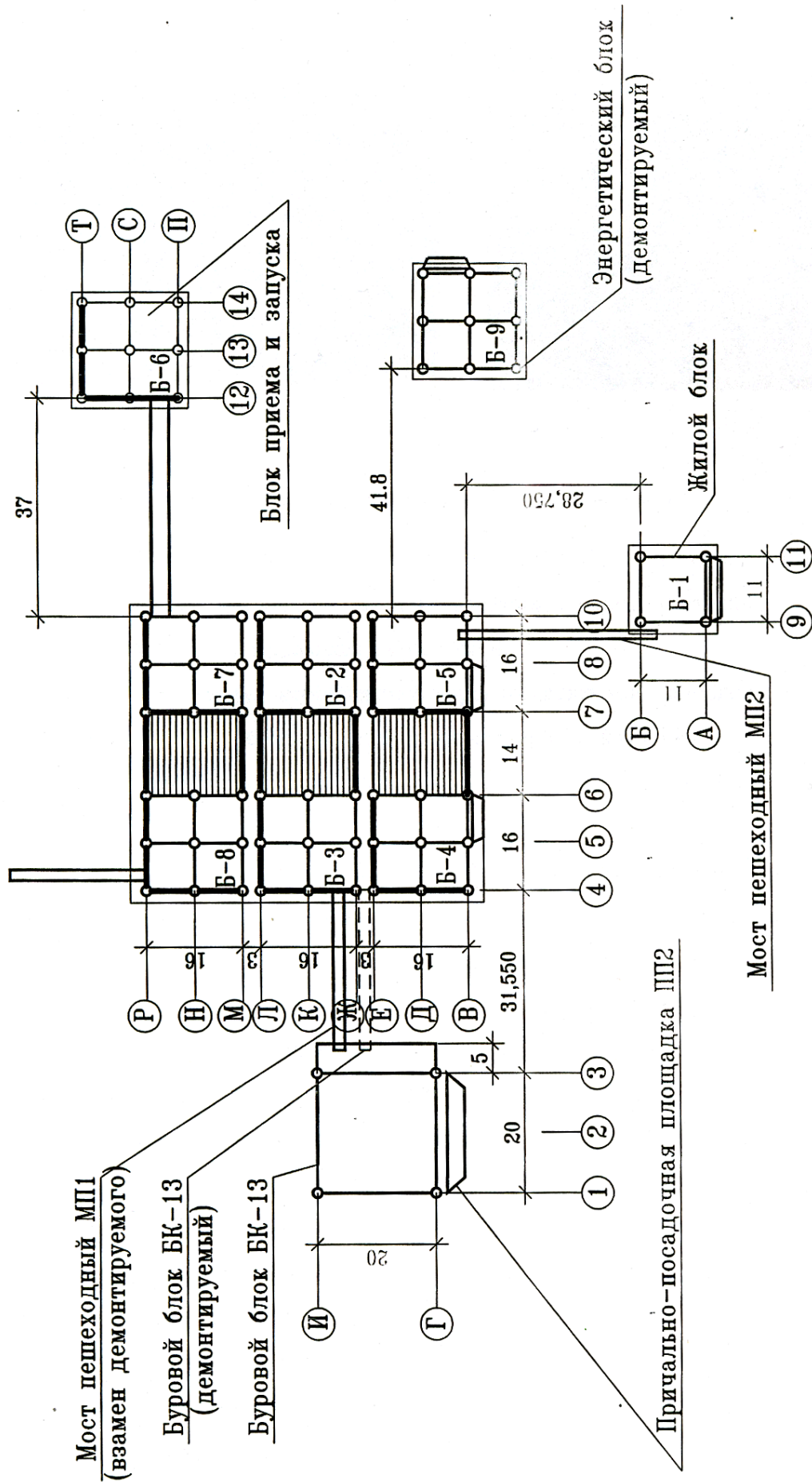


Рисунок 1 – Ситуационный план МСП-4 Голицынского ГКМ

няя панель блока выполнена высотой 15 м и усилена в середине панели шпренгелями.

Надводная часть опорного блока представляет собой пространственную трубчатую конструкцию с размерами в плане 15x15 м и высотой 16 м. Узлы опорных стоек верхних строений опорного блока усилены обоями.

Верхняя часть надводной конструкции образована системой перекрестных ферм высотой 1,5 м. Узлы горизонтальных ферм объединяются сваями. В верхнем строении предусмотрены патрубки для закрепления подводной и надводной частей блока с дном моря.

Характерной чертой конструктивной формы блока является его большая прозрачность на волновые воздействия. Большие поперечные размеры создают условия для хорошей устойчивости сооружения.

Для образования необходимой производственной площади предусмотрены промежуточные секции, соединяющие опорные блоки между собой. Крепление опорных стоек платформы ко дну моря осуществляется бурозаливными сваями, пропущенными внутри опорных стоек.

Металлические конструкции, находящиеся в морской воде, подвержены коррозионному воздействию. На скорость коррозии оказывает влияние множество факторов: температура воды, скорость ветра, солнечное излучение, концентрация растворенного в воде кислорода, наличие в воде бактерий, количество осадков и их распределение за данный промежуток времени. Обрастание конструкций организмами, имеющими твердую оболочку, замедляет коррозию, ограничивая доступ кислорода к металлу.

Результаты коррозионных испытаний образцов металла, погруженных полностью в морскую воду, показывают, что скорость коррозии в этом случае составляет от 60 до 130 мкм/год. Скорость коррозии в зоне переменного смачивания может доходить до 1,3 мм/год, что примерно в 5-6 раз превышает скорость коррозии элементов, находящихся полностью под водой.

Учитывая, что конструкции гидротехнических сооружений подвержены физическим, химическим, биологическим воздействиям в ходе проведения обследования обязательным является определение параметров реальных нагрузок и воздействий и сопоставление полученных результатов с данными, указанными в проектной документации.

Обследование выполнялось в два этапа. На первом подготовительном этапе была собрана информация о фактической геометрической схеме сооружения, об основных геометрических параметрах опорных блоков, деформациях, дефектах и повреждениях в конструкциях и отдельных элементах.

В ходе визуального осмотра выявлялись поврежденные конструкции, а также несущие элементы, находящиеся в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации. Оценивалось общее состояние конструкций: состояние защитных покрытий, характер и степень коррозии. Особое внимание уделялось опорным час-

тям и соединениям, качеству сварных швов, различного рода ослаблениям. При проверке состояния сварных швов, в первую очередь рассматривались сварные швы в узлах, к которым примыкали элементы с большими растягивающими и сжимающими усилиями. Фиксировались погнутости, разрывы и отсутствие элементов опорных блоков.

Два вида ослаблений были выделены отдельно: коррозионные поражения и трещины. При осмотре металлических конструкций платформы устанавливалось наличие трещин, проводился предварительный анализ причин их возникновения, определялись места с наибольшими поражениями коррозией.

По результатам визуального осмотра на стадии предварительной оценки технического состояния конструкций платформы, была сделана попытка определить вид коррозионных повреждений. По виду наблюдаемых коррозионных повреждений на металлоконструкциях платформы преобладают сплошная и язвенная коррозии.

Сплошная коррозия характеризуется относительно равномерным по всей поверхности проникновением в глубь металла, т.е. уменьшением толщины сечения элемента.

Образование толстых слоев продуктов коррозии, покрывающих всю поверхность металлических элементов платформы, говорит о том, что конструкции платформы подвержены воздействию язвенной коррозии. Подтверждением этому служат сквозные отверстия в трубчатых элементах, которые были обнаружены в результате обследования.

На втором этапе обследования проводились инструментальные измерения геометрических и физических параметров конструкций опорных блоков в надводной и подводной частях платформы.

В процессе инструментальных измерений выполнялись замеры остаточной толщины сечений элементов, проводилась дефектоскопия отдельных сварных швов ультразвуковым и магнитопорошковым методами, осуществлялось детальное обследование проекторов с определением степени износа. Проводилась работа, связанная с обследованием защитного потенциала и были осуществлены замеры морского обрастания подводных частей опорных блоков.

Остаточная толщина элементов, поврежденных коррозией, определялась методом ультразвуковой толщинометрии. При замерах остаточных толщин сечений элементов в надводных условиях использовались толщинометры марки УТ-93П и УТ-98 «Скат». При проведении подводных работ остаточная толщина металла сечений элементов замерялась ультразвуковым толщиномером «Сугнис-1».

Для оценки степени поврежденности элементов опорных блоков МСП-4 на Голицынском ГКМ любым видом коррозии использовались результаты диагностики (толщинометрии) и соответствующая расчетная методика (Методика Московского инженерно-строитель-

Таблица 1 – Количество исследуемых точек

№ блока	Количество точек, шт.					
	Опорные стойки	Обоймы опорных стоек	Горизонтальные диафрагмы	Вертикальные раскосы	Элементы верхних строений	Всего
Б-1 (жилблок)	46				113	159
Б-2	66	36	28	53	212	395
Б-3	66	36	28	49	213	392
Б-4	66	41	28	53	254	442
Б-5	66	36	28	52	212	394
Б-6	66	38	8	80	210	402
Б-7	66	37	24	53	212	392
Б-8	66	37	24	55	210	392
Б-13	8			16	30	54
Всего:	516	261	168	411	1666	3022

ного института им. В.В.Куйбышева), по которой можно определить коррозионный износ и остающийся запас толщин сечений поврежденных коррозией.

В ходе выполнения обследования металлических конструкций платформы МСП-4 были проведены замеры остаточных толщин сечений элементов в 3130 точках. В подводной зоне были проверены 27 сечений основных несущих элементов опорных блоков на глубинах моря 0-1; 2,5-4; 17-26 м.

Элементы металлоконструкций надводных строений, которые исследовались методом ультразвуковой толщинометрии, условно разделены на ряд групп: опорные стойки, обоймы опорных стоек, вертикальные раскосы, диафрагмы, элементы верхних строений. Количество исследуемых точек по группам элементов и опорным блокам приведено в таблице 1.

Для улучшения наглядности результатов обследования надводных строений платформы, проводилось фотографирование узлов и элементов, имеющих дефекты и повреждения как коррозионного, так и не коррозионного характера. Все подводные виды работ обследования были сняты на видеокассеты. Характерные виды износа элементов МСП указаны на рис.2.

По результатам визуального осмотра и проведенных инструментальных замеров основных геометрических характеристик элементов платформы были произведены корректировки расчетных схем опорных блоков и выполнен перерасчет конструкций МСП-4 по полученным фактическим данным.

Расчеты были осуществлены с учетом реальных отклонений в конструктивных формах опорных блоков. Расчеты проводились по методике установленной нормативными документами для морских стационарных платформ.

Важными факторами, влияющими на состояние несущих стальных несущих конструкций, являются особенности нагрузок и эксплуатационных воздействий на сооружение. Опор-

ные блоки платформы с соединительными элементами давно отработали свой срок. Многие металлические конструкции имеют значительный износ от коррозии и другие отдельные дефекты. Все это предопределило необходимость проведения полного обследования металлических конструкций МСП-4.

Фактический вес конструкций опорных блоков значительно отличается от проектных величин. По данным замеров остаточной толщины трубчатых элементов некоторые имели большую толщину, чем она была заложена в проектной документации. Таким образом, нагрузки от собственного веса являются величинами случайными, отклоняющимися от нормируемых значений в большую сторону, что не учитывается в полной мере при расчетах. Определение постоянных нагрузок было осуществлено от собственного веса металлоконструкций, веса свай с бетоном и учетом выталкивающей силы воды.

Вес технологического оборудования, установленного в настоящее время, отличается от веса первоначального оборудования (буровой комплекс), на который были рассчитаны опорные блоки платформы.

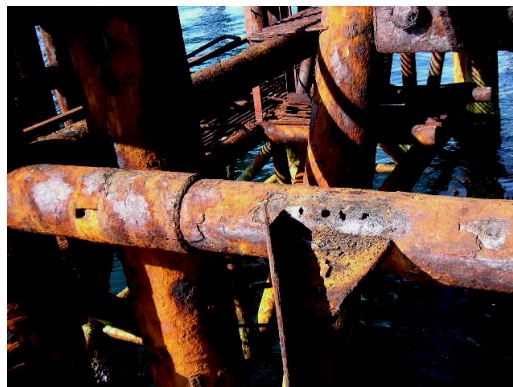
Наибольшие усилия в элементах платформы создают волновые нагрузки. В соответствии с нормативными документами (СНиП 2.06.04-82 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения» и СНиП 2.06.01 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования.») конструкции МСП-4 относятся к первому классу. Для таких сооружений расчетная высота волны при проектировании принимается 1% обеспеченности.

Основными факторами, влияющими на степень и скорость физического износа несущих конструкций опорных блоков, являются: воздействие волновой нагрузки, наличие агрессивной среды, нарушение правил технической эксплуатации.





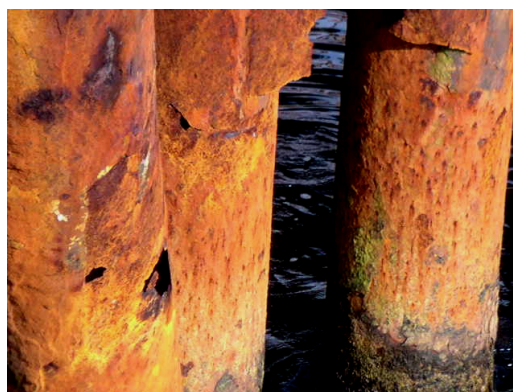
а)



б)



в)



г)



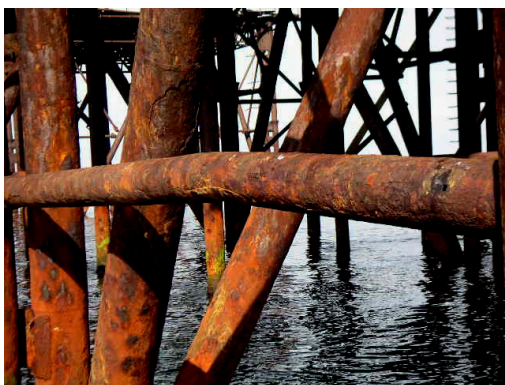
д)



е)



ж)



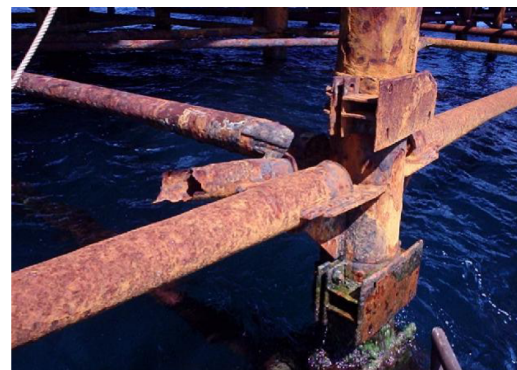
з)



л)



м)



н)

*а, б, в – сквозное отверстие в трубных элементах горизонтальных диафрагм опорного блока; г – несущие стойки опорных блоков поврежденные коррозией, в том числе и сквозные отверстия; д – сплошная коррозия элементов раскосов опорных блоков. (Нарастание от процесса коррозии достигает до 20 мм, потом идет обрушение «корки»); е, ж – коррозия сварных швов в узлах с примыкающими элементами с большими растягивающими и сжимающими усилиями; з – прогибы горизонтальной диафрагмы опорного блока (в результате ослабления толщины сечения элемента и воздействия нагрузки); л – сплошная коррозия м/к нижней части палубы верхнего строения; м, н – разрывы элементов диафрагм опорных блоков*

**Рисунок 2 — Характерные виды износа элементов МСП**

Наиболее опасным явлением для металлоконструкций морских стационарных платформ, является поражение их коррозией. Коррозия при скорости распространения более 0,1 мм/год наиболее опасна для стальных конструкций (интенсивно уменьшается толщина и площадь сечения элементов). Наиболее подвержены коррозии элементы опорных блоков, находящиеся в зоне переменного смачивания. Средняя скорость коррозии, согласно данным, полученным в процессе обследования металлоконструкций, составляет 0,2 мм/год.

Несущая способность конструкции оценивалась как с позиции наличия резервов, так и с позиции фактической несущей способности с учетом отмеченных при обследовании дефектов и повреждений.

В ходе оценки несущей способности конструкций МСП допускался учет стечения всех неблагоприятных обстоятельств. Доминирующим показателем качества конструкций обследуемых сооружений являлась несущая способность, которая в основном определяется прочностными показателями материала. Пересчет

конструкций опорных блоков по фактическим показателям, полученным при обследовании, выполнялся с целью окончательной оценки несущей способности и эксплуатационной пригодности сооружения, определения напряжений в несущих элементах конструкций при различных уровнях волновой нагрузки. Пересчеты проводились с учетом реальных отклонений в расчетных схемах, реальные физико-механические характеристики материалов.

Полученные в ходе проведения обследования металлоконструкций МСП-4 данные и выполненные расчеты дают основание утверждать, что при взаимодействии на платформу расчетной волновой нагрузки 1% обеспеченности (высота волны 12,5 м) в несущих элементах опорных блоков появляются недопустимые напряжения, ведущие к напряжению конструкции (кrome опорного блока Б-13).

Пересчеты силовых воздействий на конструкцию производственных блоков платформы дают возможность говорить о том, что допустимым пределом для металлических конструкций является волновое воздействие не более



15% забезпеченості. Ураховуючи, що не всі особливості стану конструкцій і силових впливів можна спрогнозувати, слід говорити про гарантовану спроможність конструкцій платформи при хвильовій навантаженні не більше 20% забезпеченості (висота хвилі 7,35 м).

Фактичне стану металоконструкцій надводних частин опорних блоків МСП-4 характеризується значущим корозійним зносом окремих елементів, особливо в зонах змінного смачування, дефектами зварних швів (в основному швів кріплення косинки до несущих елементів), незначущими тріщинами місцевого характеру. К найбільш небезпечним пошкодженням конструкцій слід віднести корозійні ураження.

### ВИВОДИ

Найбільш ослабленими корозією є металоконструкції опорних блоків виробничої частини, що знаходяться в зоні періодичного смачування, а саме: елементи опорних стоек (свай) і горизонтальних діафрагм. Середній корозійний знос в цих конструкціях коливається від 14 до 33%. Максимальний знос в окремих сеченнях елементів досягає 70%. Прочнісні характеристики (площа сечення і момент опору) таких елементів при максимальному зносі зменшуються: для опорних стоек до 30-37%, для елементів діафрагм на 20-24% від їх початкових характеристик (по залишковим сеченням елементів). Стану окремих блоків Б-1 і Б-13 при впливі хвильової навантаженні 20% забезпеченості є задовільним, так з точки зору відповідності геометричних форм і корозійного зносу, так і прочнісних характеристик. Для окремого виробничого блоку Б-6 необхідно виконати

роботи по монтажу додаткового блоку БД, з наступним переносом виробничого обладнання з Б-6 на БД і виконати демонтаж Б-6.

Забезпечити повноцінну несущу спроможність при хвильовій навантаженні 1% забезпеченості опорних блоків виробничої частини МСП-4 можливо тільки шляхом установки додаткових опорних блоків і жорсткого з'єднання їх з існуючими опорними виробничими блоками. В протилежному випадку, гарантувати несущу спроможність конструкцій можна тільки для хвильової навантаженні 20% забезпеченості і при умови установки недостаючих елементів в підводній і надводній частині блоку, заміни ряду елементів, значущо уражених корозією, а також посилення вертикальних стоек (свай) зовнішніми обоймами, з наступним цементуванням міжтрубного простору.

### Література

- 1 ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації.
- 2 ВСН 51.3-85. Проектування морських стаціонарних платформ. – Міннефтехпром, ВНИПМорнефтегаз, 1988.
- 3 СНиП 2.06.01-86. Гидротехнічні споруди. Основні положення проектування.
- 4 СНиП 2.06.04-82\*. Навантаження і впливи (хвильові, льодові і від судів).
- 5 ООО «Підводспецстрой». Звіт «Підводне водолазне дослідження металоконструкцій МСП-4 Голицынского ГКМ». – 2004.
- 6 Технічний звіт 019.04.22642035-74.30.0 КНПП «Ікар». Технічний звіт по результатам інструментального дослідження металоконструкцій МСП-4 Голицынского ГКМ. – Симферополь, 2004.

### III Міжнародна науково-практична конференція

## УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

*м. Миколаїв  
(28 – 30 вересня 2007 р.)*

### Оргкомітет конференції

*Національний університет кораблебудування  
54025, м. Миколаїв, пр. Героїв Сталінграда, 9*

**Тел./факс: (0512) 42 42 11**

### Тематика конференції:

- Проектно-орієнтоване державне управління
- Проектно-орієнтоване управління у виробництві, освіті, дозвіллі
- Управління проектами та програмами інноваційного розвитку
- Інформаційні технології управління проектами
- Молодіжне