

Н.В. ЩЕРБАК

ЗАТ «Гипрограждан», г. Киев

СИСТЕМА ДЛЯ АВИАЦИОННОГО ИМПУЛЬСНОГО НАПЫЛЕНИЯ АДСОРБЕНТОВ НА НЕФТЯНУЮ ПЛЕНКУ В АКВАТОРИИ

Обсуждается внедрение новой авиационной технологии для быстрой и качественной ликвидации разливов нефти на акватории, описано исследование работы оригинальной подвесной установки импульсного распыления адсорбентов, приводятся данные полигонных испытаний и обсуждаются перспективы практического применения результатов исследований. Определена конструкция устройства вертикального распыления воды, взрывчатое вещество для распылительного заряда, оптимальная высота распыления, оптимальное расстояние между срабатывающими залпом распылительными контейнерами.

Введение

Наиболее убыточны и опасны для экологии Украины разливы нефти на труднодоступных с земли и воды акваториях малых и средних рек Днепра, Дуная, Черного и Азовского морей. Потенциально опасны надводные танкеры, перевозящие большие количества нефтепродуктов [1, 2]. Ежегодно в акваторию Мирового океана поступают миллионы тонн нефти и нефтепродуктов: с промышленными и бытовыми стоками – 37%, постоянные утечки от эксплуатации кораблей и судов – 33%, аварийные разливы – 12%, с атмосферными осадками – 9%, фильтрация из природных источников – 7%, геологоразведка и нефтедобыча – 2% [2]. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов (именуемые в дальнейшем одним словом «**нефть**») наиболее опасны в прибрежной части акватории, т.к. они непредсказуемы, локальны, высококонцентрированы и поэтому наносят значительные, не ликвидируемые или трудно ликвидируемые естественным способом экологические ущербы окружающей среде [1].

Наиболее известными, крупными разливами нефти в море [1, 2, 3] являются:

1). Танкер «Брайер» у Шетландских островов, разлито более 80.000 тонн нефти (1993 г.), **2).** Танкер «Престиж» у испанского побережья, разлито более 2000 т нефти (2003 г.), **3).** Танкер «Волгонефть – 139» в Керченском проливе у косы Тузла, разлито более 2000 т нефти и мазута (11.11.2007 г.), **4).** Танкер в Индонезийском проливе, разлито более 1000 т нефти (декабрь 2007 г.), **5).** Танкер у берегов Норвегии, разлито более 600 т нефти (январь 2008 г.), **6).** Танкер в Балтийском море у Гданьска, Польша, разлито более 300 т нефти (январь 2008 г.), **7).** Морская нефтедобывающая платформа в Мексиканском заливе, разлито более полумиллиона тонн нефти – впервые зафиксированный в истории, как глобальная катастрофа (май 2010).

Анализ предшествующих исследований

Мало развита техника авиационного распыления адсорбентов, несмотря на то, что это техника незаменима для оперативной ликвидации разливов нефти в отдалённых или труднодоступных с воды и земли районах. Распыление адсорбентов с помощью авиации на разливы нефти до последнего времени осуществлялось лишь экспериментально и не считалось перспективным по причине больших, более 90%, потерь адсорбентов, обусловленных аэродинамическим воздействием встречного потока воздуха, уносящим практически всю распылённую массу адсорбента от цели – нефтяного пятна. Более перспективным считается распыление адсорбентов с вертолёт по той причине, что от вертолётного винта вниз идёт мощный, нисходящий воздушный поток, который считается перспективным, несущим для распыляемых с вертолёт адсорбентов и их распределения по пятну разлитой нефти. Однако немногочисленные известные

эксперименты по распылению адсорбентов с вертолѐта в потоке от вертолѐтного винта показали, что распыление осуществляется, с низкой прицельностью и неравномерным распределением адсорбента по нефтяному пятну [3, 4].

Беспрецедентно громадные масштабы разлива нефти в Мексиканском заливе привели к решению впервые в широких масштабах осуществить авиационное распыление адсорбентов. При этом распыливался новый тип «тяжёлого» адсорбента, содержащего активные вещества, вступающие в реакцию с нефтяной плѐнкой. Ожидалось, что громадная площадь нефтяных пятен позволит эффективно и с минимальными потерями распыливать утяжелѐнные – более устойчивые к аэродинамическому воздействию, адсорбенты с вертолѐтов и самолѐтов. Однако многочисленные вылеты, осуществившие масштабные распыления десятков тонн адсорбента, не привели к ожидаемой, масштабной ликвидации значительной части нефтяных разливов из-за неравномерности распределения адсорбентов по нефтяным пятнам, уноса адсорбентов воздушными потоками. Более того, массы адсорбента создали новую экологическую проблему – токсичные нетонущие поля, закрывшие площадь на многие квадратные километры.

Следовательно, применение традиционной схемы авиационного распыления практически непригодно для равномерного распределения гранулированных адсорбентов по нефтяной пленке. В настоящее время известны хорошо отработанные технологии авиационного распыления воды и растворов для тушения очагов лесных пожаров и для распыления ядохимикатов по сельскохозяйственным полям или более сильных ядов по районам боевых действий, например, американцы распыливали яды, способствующие опадению листвы, на джунгли во Вьетнаме [4, 5]. Во многих странах в прибрежных районах для тушения лесных пожаров используют большие количества морской воды, наносящий большой экологический ущерб природе. В России для тушения лесного пожара создана авиационная пожаротушащая бомба (АПБ-500) со значительной площадью распыления воды до – 1000 кв.м, конкурентоспособная по площади сплошного, равномерного распыления с широко известными подвесными цистернами слива воды, водных растворов [3, 5]. Есть не менее актуальные задачи – локализация, осаждение и дезактивация токсичных облаков, локализация радиоактивной пыли, для выполнения которых авиационные сливные цистерны малоэффективны, именно для тонкодисперсного распыления жидкости и вязких составов по значительной площади.

При сливе жидкости с воздуха ее распределение по полосе неравномерное - в середине максимальная плотность, а по ее краям полосы – на 30-70% меньше [3]. При сливе жидкости под давлением с минимальной высоты $H < 50$ м и скорости $V = 230-240$ км/час потери воды из-за аэродинамического уноса и интенсивного испарения – не менее 50-80% [3].

Устранение этих недостатков возможно путѐм применения в авиации дешѐвых конструкций стабилизированных, неуправляемых бомб и кассет. Их применение совместно с простейшими прицельными устройствами обеспечивает точное распыление воды по цели. Высокая эффективность воздействия обусловлена использованием до 90% доставляемой к цели горения воды. В российском ФГУП «НПО «Базальт» созданы АПБ-500 емкостью 250 и 330 л воды, создающие преимущественно горизонтально разлетающуюся воздушно-капельную смесь с концентрацией состава 50 - 100 г/куб.м, сбивающую пламя в слое высотой 5 - 6 м и диаметром 25 - 30 м. Площадь неравномерного распыления до 1000 кв.м, а равномерного не более 100 кв.м. Высокая стоимость бомб более 2000 \$ [3].

Известны экспериментальные, эффективные распылительные "бомбы", разработанные Захматовым В.Д. [3, 4], надёжные и дешевые, способные равномерно распыливать воду по площади до 200 кв.м. Эти «бомбы» применялись с первых дней Чернобыльской катастрофы для ликвидации наиболее опасных её последствий – пожаров и выбросов радиоактивной пыли. Подвесная огнетушащая бомба состояла из связки 5-ти

мешков, заполненных мокрым грунтом или песком и распылительными зарядами из тротильных шашек. При подрыве устройства благодаря форме зарядов, расположению зарядов в мешках и расположению мешков относительно друг друга создавался мощный конусообразный поток с углом раствора 10-15°, начальной скоростью от 150 до 120 м/с, уплотненного взрывной волной газодисперсного фронта. Бомба подвешивалась к вертолету на тросе длиной до 120 м. Дополнительно на тросе размещался груз не менее 150 кг, чтобы при взрыве тросом не захлестнуло вертолётные винты. После Чернобыльской катастрофы данное распылительное устройство использовалось в Крыму, под Калушем, на Южном Урале, в Поволжье для тушения лесов в труднодоступных зонах.

Цель работы - разработка технологии и подвешного авиационного оборудования для равномерного и масштабного напыления биосорбентов по пленке нефти.

Материал и результаты исследований

Установлено, что вертикальное распыление воды и воды с биосорбентами практически идентично по масштабам накрываемой площади, что позволило упростить проведение экспериментов за счёт изучения масштабов равномерного распыления воды по ровной поверхности. Вес распылительного контейнера до $M = 200$ кг задается условиями эксплуатации, чтобы 2 или 3 рабочих смогли с помощью минимальных технических приспособлений подвешивать контейнер в канал вертикально ориентированного ствола в многоствольном модуле, подвешиваемом, в свою очередь, к вертолёту, крану или лебедке. Поэтому определение оптимального веса - M воды в контейнере – «бомбе» производилось в диапазоне от 50 до 200 кг с интервалом в 25 кг. Результаты экспериментов показаны на рис.1. Высота подвески контейнера составляла $H = 10$ м. над площадью, где располагались модельные очаги горения, служащие в данной работе индикаторами границы площади равномерного распыления - S .

Анализ зависимости показывает, что увеличение S , пропорциональное M , наблюдается в диапазоне от $50 < M < 125$ кг массы распыляемой воды. При дальнейшем увеличении M возрастание S замедляется. Распыление навесок осуществлялось при соотношении $M : m = 75 : 1$, где m – масса распылительного заряда ВВ, выбранная в соответствии с [3]. В диапазоне $50 < M < 120$ л обеспечивается стабильное, тонкодисперсное распыление воды равномерно по значительной площади $150 < S < 300$ м², что несомненно свидетельствует об эффективном использовании воды с низким удельным расходом $m_{уд} = 0,5-1$ кг/кв.м и, соответственно с высоким КПД=50%, исходя из минимального расхода биосорбента 0,25 г/кв.м для локализации разлива нефти при содержании его 50 г/л воды.

По всей данной площади создается равномерное проникающее напыление воды в поверхностный слой. Внешний осмотр деревянных чурок показал, что частицы воды пропитали их внешнюю поверхность и охладили её. При распылении воды из устройств, содержащих $M = 150$ кг воды, обеспечивалось наиболее стабильное по величине площади, равномерное, сплошное распыление, при минимальном удельном расходе $m_{уд} = 0,75$ кг/кв.м. Установленная зависимость изменения $m_{уд}$ от величины распыляемой массы, показывает, что наиболее эффективно используется вода в диапазоне распыляемых масс $100 < M < 150$ кг. Поэтому для дальнейших экспериментов выбрана масса распыляемой воды 100 кг.

Для снаряжения распылительного заряда исследовались следующие взрывчатые вещества: высокобризантный-мелкодробящий гексоген в виде белого порошка со скоростью детонации $D = 7900$ м/с; бризантный тротил в виде шашки литого заряда с $D = 6500$ м/с, низкобризантный аммонит в виде желтого порошка с $D = 4500$; слабобризантный, преимущественно метательный дымный ружейный порох - черный гранулированный, крупнозернистый порошок со скоростью дефлаграции $D = 1500-2000$ м/с; пластит – ПВВ-5 - желтый пластичный материал, по внешнему виду похожий на

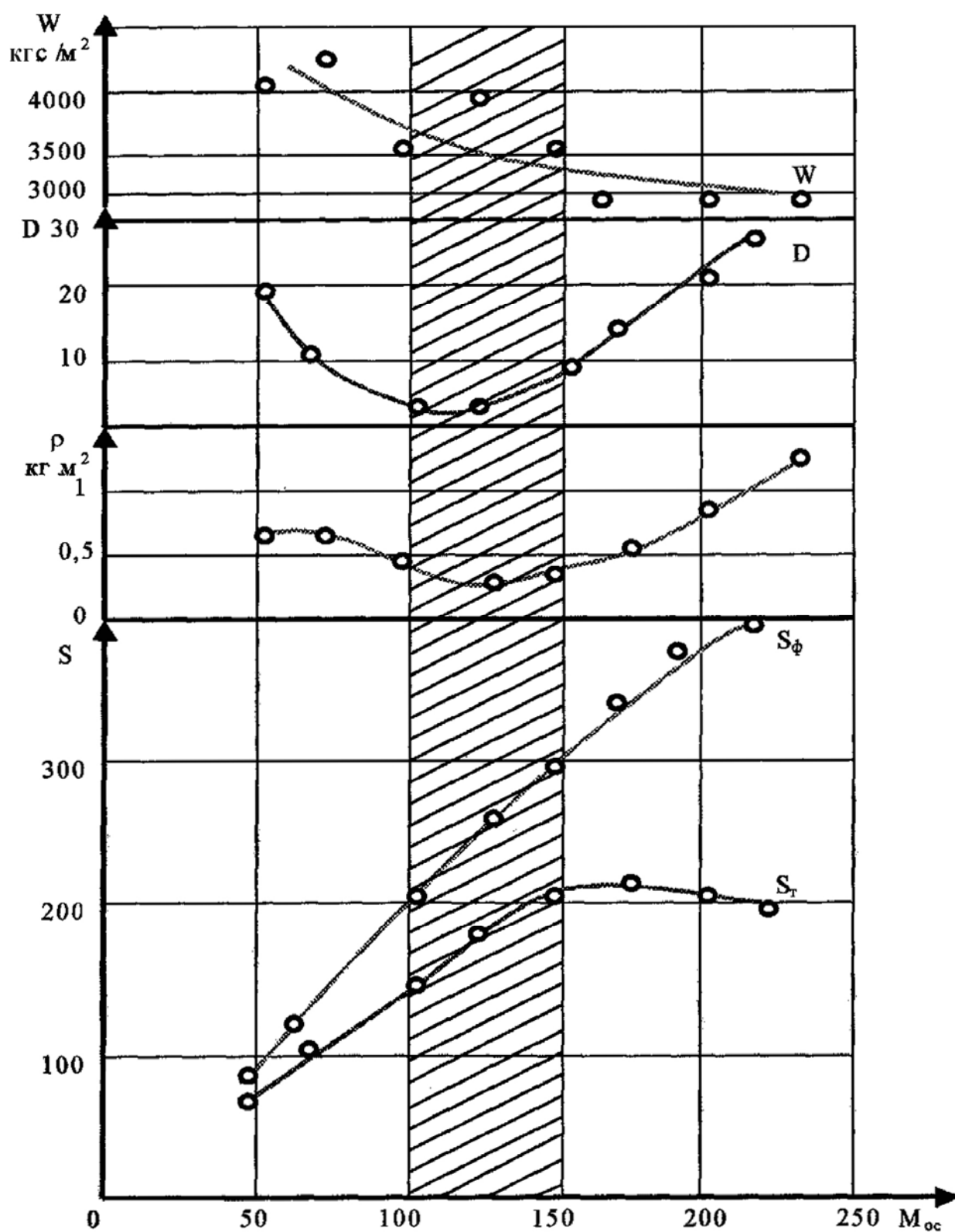


Рис. 1. Зависимость изменения величин площадей сплошного S_T и фрагментного S_ϕ распыления, плотности распыления воды - ρ , дисперсий D , удельной кинетической энергии W от величины массы распыляемой воды

пластилин с $D=6500$ м/с; низкоимпульсный листовой НИЛ-10 - лист поролон толщиной 10 мм, с напылённым в его толщу порошком гексогена. НИЛ имеет $D=2500$ м/с, характеризуется сочетанием распылительного и метательного эффектов.

Для определения эквивалентной навески ВВ применялась формула:

$$m_{\text{эс}} = \frac{1}{3} m_{\text{тр}} \left(\frac{D_{\text{трт}}}{D_{\text{ВВ}}} + \frac{Q_{\text{трт}}}{Q_{\text{ВВ}}} + \frac{W_{\text{трт}}}{W_{\text{ВВ}}} \right) \quad (1)$$

где: $D_{\text{трт}}$, $D_{\text{ВВ}}$ - соответственно скорости детонации тротила и другого ВВ;

$Q_{\text{трт}}$, $Q_{\text{ВВ}}$ - соответственно теплоты взрыва тротила и другого ВВ;

$W_{\text{трт}}$, $W_{\text{ВВ}}$ - объемы газообразных продуктов взрыва.

Начальная скорость распыления волны определялась по формуле:

$$V_0 = D \sqrt{\frac{k \cdot m}{8M}} \quad (2)$$

где: k - коэффициент, характеризующий долю продуктов взрыва, воздействующих на массу воды или к.п.д. взрывной волны, в [3] показано, что $k = 0,35 - 0,55$ справедливо для ствольных устройств крупного калибра. Учитывая параметры ствола, калибр $K=500$ мм и длину $L = 950$ мм, принимаем $k=0,45$; D - скорость детонации данного ВВ; m - масса распылительного заряда; M - масса распыляемой воды.

Получена зависимость изменения величин площади равномерного распыления воды от вида взрывчатых материалов с эффектом увеличения распылительной способности взрывной волны и площади равномерного распыления воды. В графике, приведённом рис.2 на оси абсцисс ВВ расположены в последовательности по мере увеличения степени совпадения величин площадей тушения и распыления, характеризующей потенциальную способность распылительного заряда обеспечить высокие показатели площади равномерного распыления. Наиболее эффективно в огнетушащем отношении распыление ОС с помощью заряда НИЛ-10 низкоимпульсного листового ВВ. При этом разница между St и $Sф$ не превышает 10%, тогда как при применении зарядов из других ВВ разница между St и $Sф$ находится в диапазоне от 38% до 78%. Очевидно, что в случае заряда НИЛ-10 распыление осуществляется наиболее равномерно и сплошным потоком по максимальной площади. Высокобризантные ВВ со значительной скоростью детонации обеспечивают тонкодисперсное, судя по внешнему виду шквала, но неравномерное распыление воды. Взрывная волна от таких ВВ характеризуется весьма неравномерным фронтом с острыми «пиками», локальных струй газообразных продуктов – взрыва. Эти мощные струи пронизывают слой воды -на всю его толщину, распыляя воду в стороны и лишь в малой степени ускоряя массу воды в требуемом направлении.

При конусообразном, импульсном распылении воды плотность напыления на горизонтальную поверхность убывает по синусоиде от оси импульсного вихря, так как на периферии фронта быстрее убывает скорость фронта в результате разрушающего и тормозящего аэродинамического воздействия. Наиболее эффективным вариантом является распыление воды с помощью заряда низкоимпульсного, листового ВВ НИЛ-10. Таким образом, корректным является предположение, что оптимальный, энергетический уровень распылительного воздействия примерно равен: $W_{\text{уд.}} = 3600 \text{ кг} \times \text{кв.м} \times \text{с}^2$.

Подбор величины заряда ВВ осуществлялся на НИЛ-10, как показавшем наиболее стабильные результаты по созданию конусообразного импульсного потока, эффективного в огнетушащем отношении.

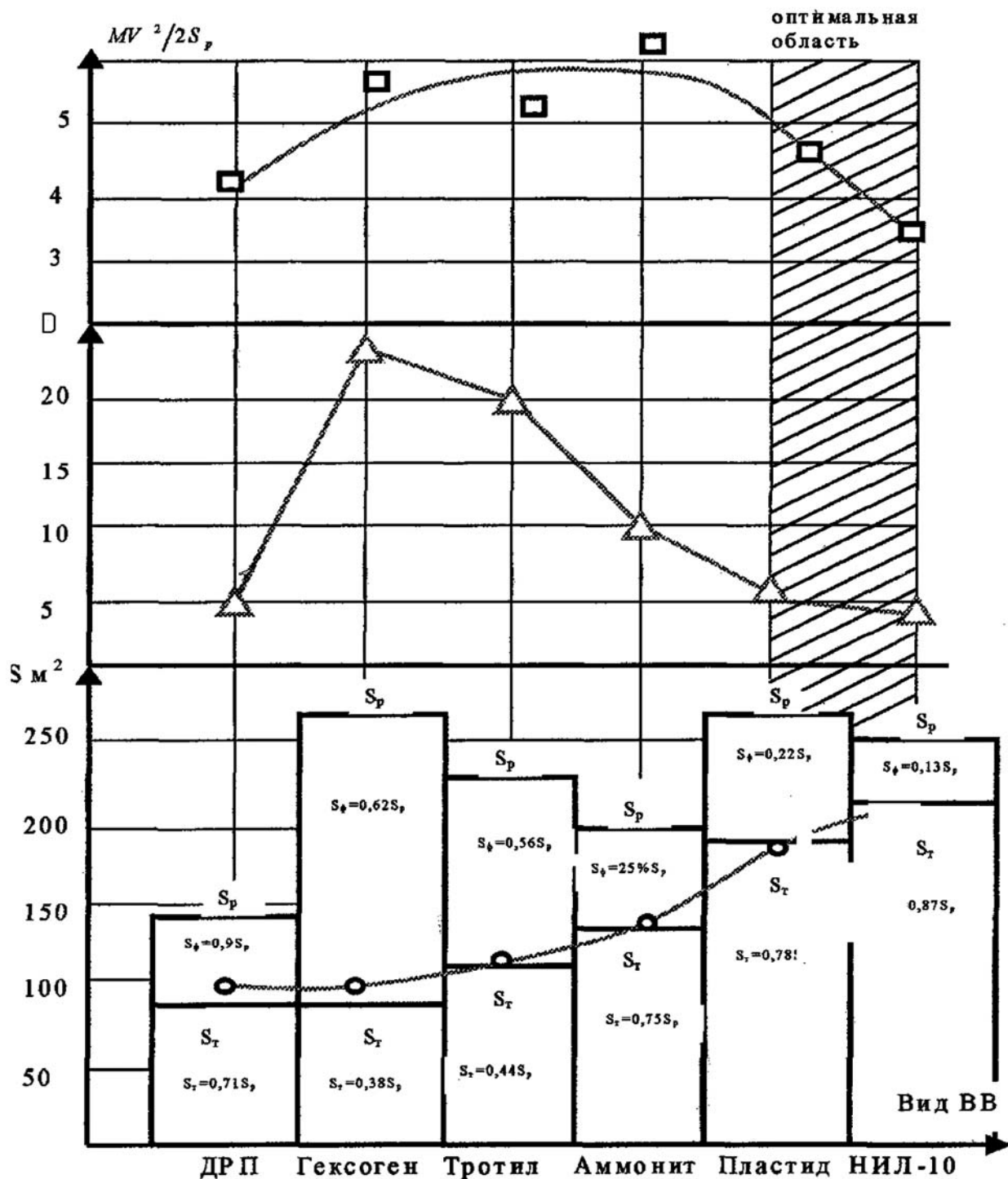


Рис. 2. Изменение величин площадей фрагментного - S_{ϕ} и сплошного - $S_{сп}$ распыления, дисперсии - D , удельной кинетической энергии W от вида взрывчатого вещества в распылительном заряде

До уровня значений начальной скорости распыления $V_0 = 100$ м/с величины площадей сплошного и фрагментного распыления практически совпадают - или имеют небольшую разницу. При значениях начальной скорости до $V_0 = 80$ м/с процесс распыления носит стабильный характер (рис. 4) создаются только малая площадь до $S=100$ кв.м равномерного распыления при больших удельных расходах воды и объемной кинетической энергии потока, что является показателем малой эффективности данного диапазона скоростных режимов движения газовойдынного шквала.



Рис. 3. Вертикальное распыление воды с помощью заряда ПВВ-4 (пластичное взрывчатое вещество)

В диапазоне значений начальных скоростей фронта шквала $80 = V_0 = 95$ м/с происходит резкое возрастание эффективности распыления ОС – резко увеличивается величина площади сплошного напыления и появляется небольшая внешняя полоса фрагментного напыления шириной не более 0,7 м. Соответственно снижается до оптимальных значений уровень удельной кинетической энергии и при этом сохраняется небольшая разница между величинами площадей сплошного и фрагментного распыления. В скоростном режиме диапазона $95 = V_0 = 100$ м/с наблюдается оптимальный режим распыления - обеспечиваются наибольшие величины площади сплошного распыления и относительно узкая полоса площади фрагментного распыления.

В скоростном режиме диапазона $95 = V_0 = 100$ м/с наблюдается также то, что значения удельной кинетической энергии минимальны из диапазона проведенных вычислений. Это доказывает наиболее эффективное использование массы распыляемой воды и энергии газообразных продуктов взрыва при распылении, равномерном по заданной площади. Поэтому можно предположить, что этот диапазон значений $W_{уд}$ обеспечивает достижение эффекта равномерного распыления воды по максимальной площади.

Высокая эффективность газовойодяного шквала обеспечивается малыми размерами массы капель воды, большой суммарной площадью их поверхности, высокой скоростью капель воды в вихревой несущей газовой среде и характерными свойствами вихря многократно воздействовать и проникать внутрь сложной структуры и в узкие цели.

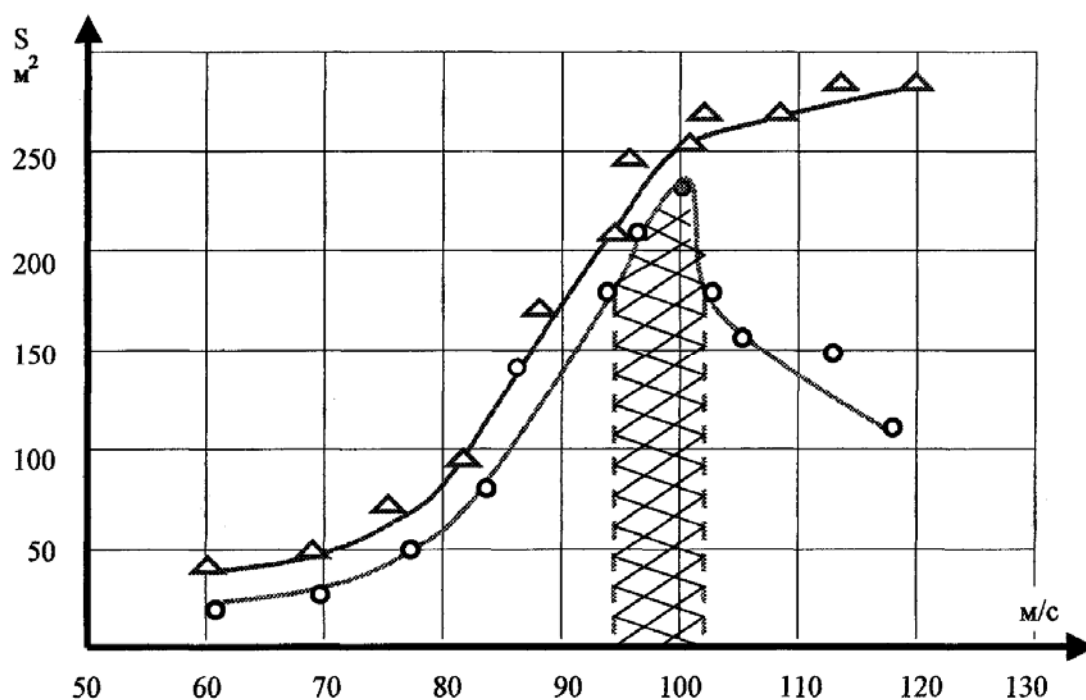


Рис. 4. Зависимости величин площадей тушения St и сбития пламени $Scб$ от начальной скорости распыления Vo

В диапазоне начальных скоростей более $Vo = 100$ м/с общая площадь напыления воды — прямого воздействия фронта шквала, продолжает возрастать пропорционально возрастанию величины заряда, но заметно медленнее, чем в диапазоне $90 = Vo = 100$ м/с. При этом впервые начинает проявляться и усиливаться, пропорционально дальнейшему увеличению массы распылительного заряда, эффект уменьшения площади равномерного, сплошного, эффективного распыления St при продолжающемся возрастании величины площади фрагментного распыления $Sф$. Очевидно, в этом диапазоне величин начальных скоростей импульсного распыления воды пропорционально возрастанию Vo происходит снижение равномерности распыления воды. Можно предположить, что площадь сплошного фронта шквала снижается, вследствие того, что по периферийной области фронта возрастает степень прорыва газообразных продуктов взрыва сквозь фронтальный слой воды, количество отдельных конгломератов и их скорость, что приводит к снижению величины площади сплошного, равномерного распыления.

Очевидно, что наиболее эффективный функциональный эффект достигается в диапазоне начальных скоростей распыления воды $95 = Vo = 100$ и сопровождается наиболее рациональным равномерным распределением кинетической энергии потока по площади воздействия. Таким образом, данная серия экспериментов позволила установить оптимальные величины: распылительного заряда $m = 2,25 - 2,75$ кг, начальной скорости $Vo = 95 - 100$ м/с и кинетической удельной энергии фронта шквала $W = 17 - 23$ кг.м/сек².

Определялась оптимальная высота срабатывания распылительного заряда в опускающемся контейнере над площадью воздействия. Минимальная высота выбрана 5 м, исходя из того, что на меньших высотах применять 100-килограммовую бомбу нецелесообразно. Из анализа графических зависимостей, представленных на рис. 5, видно, что при возрастании высоты в диапазоне от 5 м до 10 м, величины площади равномерного, сплошного распыления возрастают пропорционально высоте срабатывания распылительного заряда в опускающемся контейнере. Это сопровождается высокой стабильностью параметров импульсно создаваемого газоводяного шквала, при высокой степени (90%) повторяемости результатов экспериментов по углу раскрытия

шквала, форме его фронта и площади сплошного распыления, что позволяет этот диапазон высот распыления считать оптимальным.

После увеличения высоты расположения распыляющего воду контейнера над целью более чем на 10 м, при подрыве в нём распылительного заряда, площадь сплошного распыления S_T снижается обратно пропорционально увеличивающейся высоте - H . Площадь фрагментного распыления воды S_{ϕ} возрастает в диапазоне $10 < H < 13$ м, затем, при $H > 13$ м начинает снижаться. При этом уменьшение величины площади сплошного распыления - S_T происходит гораздо быстрее, чем площадь фрагментного распыления S_{ϕ} .

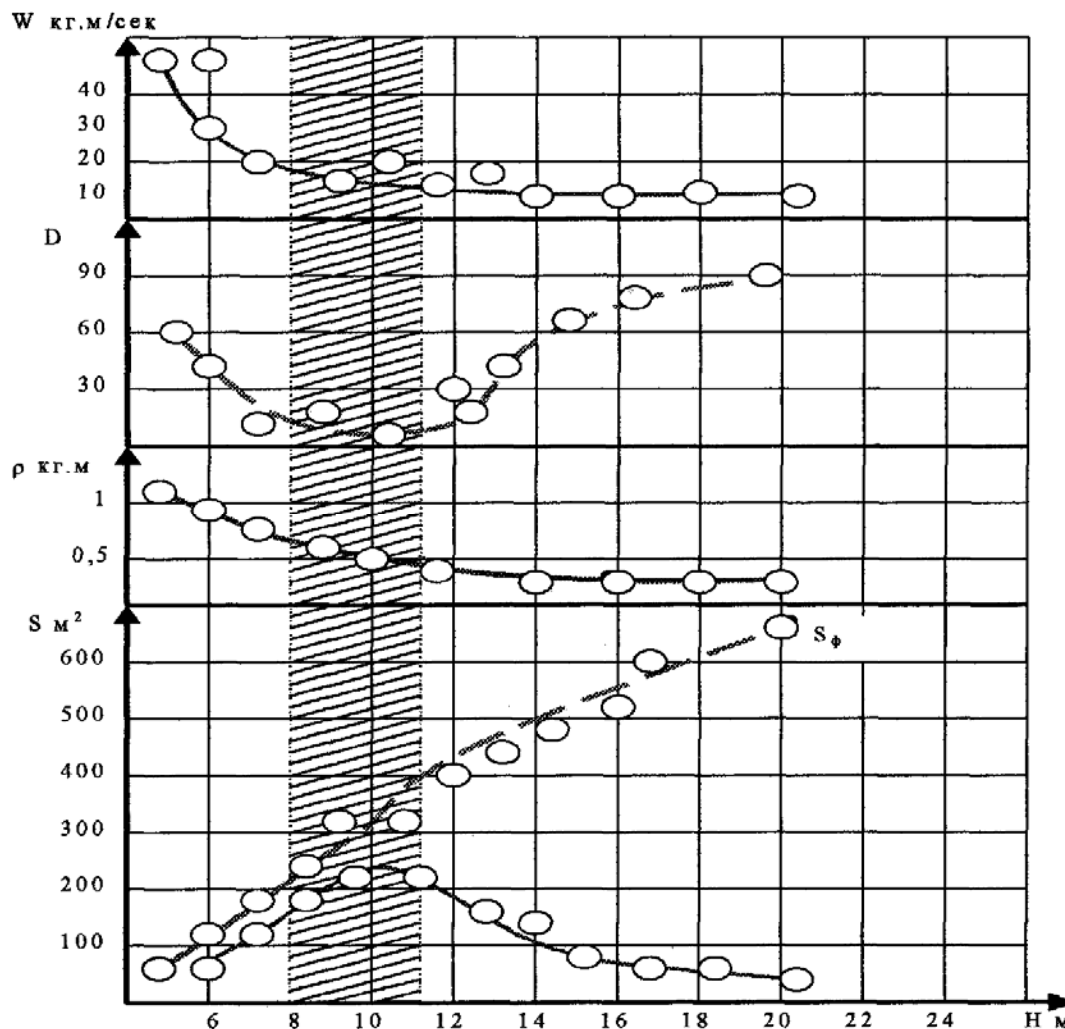


Рис. 5. Зависимость изменения величин площадей сплошного - S_T и фрагментного - S_{ϕ} распыления, удельного расхода воды - ρ , дисперсии - D , удельной кинетической энергии потока - W от высоты - H подвеса устройства импульсного конусообразного распыления

Эти эффекты возможно объяснить тем, что фрагментные пограничные слои фронта и боковой поверхности конусообразного шквала тормозятся, интенсивно разрушаются и их толщина возрастает вследствие интенсивного аэродинамического воздействия, при этом соответственно уменьшается сплошная центральная часть фронта импульсного газодисперсного потока.

Поэтому возможно заключить, что высота $H = 10$ м является оптимальной для подрыва распылительного заряда при спуске данного распылительного контейнера и позволяет достичь наибольшей величины площади сплошного распыления, после чего при дальнейшем увеличении высоты величина данной площади снижается

пропорционально высоте. Возрастание площади фрагментного воздействия мало влияет на увеличение общей величины площади эффективного воздействия. Импульсное распыление с высоты более 10 м нецелесообразно для одиночных распыляющих контейнеров с массой воды до 100 кг. Однако оптимальные высоты срабатывания распылительных зарядов могут превышать $H > 10$ м при залповом срабатывании нескольких бомб, когда их зоны фрагментного распыления перекрывают друг друга и в результате возрастает суммарная площадь зоны сплошного распыления и соответственно, эффективного функционального воздействия.

Исследование залпового вертикального распыления производилось с применением модельных двухлитровых распылительных контейнеров калибра $K = 100$ мм и таким же соотношением калибра к длине ствола $K: L=1:4$, как в изучаемом стволе, содержащем контейнер с 160 л воды. Расстояния между стволами фиксировались, стволы подвешивались на высоте 3м, что обеспечивало раскрытие фронта каждого отдельного шквала до диаметра $D = 2$ м и соответственно площадь сплошного воздействия $S = 3,14$ м². При этом обеспечивался такой же удельный расход воды $m=0,6$ л/кв.м, как при оптимальном режиме распыления из больших распыляющих контейнеров емкостью $M=160$ л, описанных выше. Поэтому первое расстояние между устройствами было взято равным диаметру эффективного раскрытия фронта шквала $P = 2$ м. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица. Зависимость изменения отношения площади S_3 . эффективного, залпового распыления из 4-х двухлитровых контейнеров вертикального распыления, размещённых по углам квадрата с изменяемой величиной сторон от опыты к опыту, к суммарной величине площади S_c . воздействия отдельно сработавших этих устройств от величины расстояния – P между ними.

$P, \text{ м}$	2	3	4	5	6	7	8
S_3/S_c	0,7	0,85	2	2,5	1,5	1,2	1
$S_3, \text{ кв.м}$	8,8	10,7	25	31	19	15	12,6

Анализ результатов и динамика их изменения позволяет заключить, что залповое распыление имеет большие потенциальные возможности по увеличению площади и эффективности тушения. Для проверки выводов в реальных условиях в Польше, г. Сталёва Воля проводились полигонные эксперименты по подрыву 4-х контейнеров, содержащих по 160 л воды (природной), расположенных на высоте 10 м и на расстоянии 6 м друг от друга. В результате был создан мощный вихрь, сильно напоминающий реальный водяной шквал на море, который создал площадь сплошного распыления до 3500 кв.м, внешний вид которой создавал впечатление, что прошёл мощный ливень, полностью пропитавший влагой всю листву и хвою деревьев. Все 640 литров воды были тонко распылены и за 2-3 сек. шквального воздействия промочили все поверхности «до нитки», несмотря на относительно небольшую массу распылённой воды и удельный расход в среднем до 0,18 л/кв.м. Данный метод практически наиболее подходит для локализации и ликвидации экологически вредных выбросов на больших площадях, измеряемых тысячами и десятками тысяч кв.м.

Выводы

Определена конструкция устройства вертикального распыления воды при массе распыляемой воды в одном стволе от 100 до 200 кг; взрывчатое вещество для распылительного заряда; оптимальная высота распыления; оптимальное расстояние между срабатывающими залпом распылительными контейнерами, позволяющее увеличить площадь сплошного, эффективного распыления и функционального воздействия – тушения от 1,5 до 4 раз по сравнению с суммарной величиной площади

сплошного распыления от срабатывания такого же количества отдельно распыляющих контейнеров. При распылении не образуется поражающих осколков и взрывных волн, способных разрушить конструкции или поразить людей в зоне действия устройства.

Технология дистанционного воздействия потенциально может обеспечить решение ряда задач по локализации последствий аварий и катастроф в труднодоступных зонах: напыление пористых легких частиц адсорбентов по разливам нефти на поверхности воды; распыление жидкостей для локализации активных выбросов; распыление вязких составов по поверхности, содержащей радиоактивную пыль.

Другими задачами могут быть осаждение и ингибирование взрывоопасных газовых и токсичных газодисперсных смесей, дыма, пыли и пр.

1. Korotenko K.A., Mamedov R.M., Moores C.N.k. Prediction of the Transport and Dispersal of Oil in the South Caspian Sea Resulting from Blowouts // Environmental Fluid Mechanism. – 2002. – Т 1. – Р. 383-414.

2. Maderich V., Brovchenko I. Oil Dispersion by breaking waves and currents // Sea Technology. – 2005, – V.46. – № 4. – Р.17-22.

3. Thorpe S. Langmuir Circulation and the Dispersion of the Oil Spills in Shallow Seas // Spill Science and Technology Bulletin. – 2000. – V. 6. – Р.

4. Щербак Н.В., Захматов В.Д. Авіаційна бомба для розпилення та активації речовини. Пат. №84273. Україна. 2008.

5. Щербак Н.В. Оснащение войсковых частей импульсной техникой для ликвидации последствий экологических катастроф // Экология и ресурсы, Киев. – 2008. Вип.19, С.73-79.

6. Щербак Н.В., Кожемякин А.С., Воевода А.Н. Новые методы и техника тушения поджогов и катастрофических пожаров в небоскрёбах // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2002. №1, – С.119-126.

Н.В. ЩЕРБАК

СИСТЕМА ДЛЯ АВІАЦІЙНОГО ІМПУЛЬСНОГО НАПИЛЕННЯ АДСОРБЕНТІВ НА НАФТОВУ ПЛІВКУ В АКВАТОРІЇ

Обговорюється впровадження нової авіаційної технології для швидкої і якісної ліквідації розливу нафти в акваторії, описано дослідження роботи оригінальної підвісної установки імпульсного розпилення адсорбентів, наводяться дані полігонних випробувань і обговорюються перспективи практичного застосування результатів досліджень. Визначена конструкція пристрою вертикального розпилення води, вибухова речовина для заряду, оптимальна висота розпилення, оптимальна відстань між спрацьовуючими залпом розпилювальними контейнерами.

N.V. Shcherbak

SYSTEM FOR AVIATIONAL PULSE ADSORBENTS DEPOSITION ON THE OIL FILM ON THE WATER AREA

The implementation of new aviation technology for fast and high-quality liquidation of oil spill on the water area is discussed. The researches of the original hanging device working for pulse adsorbents deposition are described. Range testing results are shown and prospects for the practical application of researched results are discussed. Design of device for vertical spray of water, an explosive material to the spray, the optimum height of the spraying, the optimal distance between spray containers are determined.