

УДК 551.46.08

А. А. МЕЛИК-САРКИСЯН, А. А. НАЗАРЯН,
Л. Т. ОГАНЕСЯН, Д. М. СЕДРАКЯН

К МЕТОДИКЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НЕФТЯНОЙ ПЛЕНКИ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ЛИДАРА

Описана методика дистанционного определения толщины нефтяной пленки на водной поверхности, в которой используются два лазера с длинами волн λ_1 и λ_2 . Измеряется изменение отношения сигналов КР воды, происходящее из-за поглощения излучения в нефтяной пленке.

Показано преимущество этой методики перед методикой, в которой для этой же цели используются две длины волн на крыльях полосы КР воды, возбуждаемой одним лазером.

В дистанционных лазерных методах зондирования загрязнений морской среды существенное место занимает обнаружение нефтяных загрязнений, и в частности, измерение толщины нефтяной пленки. Предложен и опробован ряд методов количественного измерения нефти, основанных на сравнении сигналов флуоресценции нефтепродуктов и комбинационного рассеяния (КР) воды [1—4]. В работе [3] описана методика измерения толщины, основанная на измерении отношения величины сигналов на краях полосы КР воды, которое будет изменяться при наличии нефтяной пленки вследствие дисперсии коэффициента поглощения. Однако эта методика оказывается неудобной из-за узкой полосы спектра КР, малого изменения коэффициента поглощения и, как следствие, большой неопределенности в толщине.

В настоящей работе предлагается использование двух лазеров на длинах волн λ_1 и λ_2 для измерения изменения отношения сигналов КР, возбуждаемого этими волнами в воде. Число фотонов КР от каждого из лазеров будет соответственно

$$N_1 = N_{01} \sigma_1 e^{-(\alpha_1 + \alpha_{1кр})d}, \quad (1)$$

$$N_2 = N_{02} \sigma_2 e^{-(\alpha_2 + \alpha_{2кр})d}, \quad (2)$$

где N_{0i} , N_i , α_i , σ_i , $\alpha_{iкр}$ —соответственно число фотонов падающего излучения, число фотонов, принимаемых лидаром, коэффициент поглощения на длине волны возбуждения, поперечник КР, коэффициент поглощения в нефтяной пленке на длине КР для двух лазеров, d —толщина пленки. Геометрические факторы, а также поглощение атмосферой обоих пучков принимаются одинаковыми и поэтому не учитываются. Здесь также пренебрегается дисперсией поглощения излучения в

воде. Если λ_1 и λ_2 разнесены так, что влияние дисперсии существенно, то можно либо стробировать принимаемый сигнал с тем, чтобы регистрировать излучение от приповерхностного слоя, либо зондирование осуществлять на длинах волн с одинаковыми коэффициентами поглощения.

Толщина пленки может быть получена из (1) и (2):

$$d = \frac{1}{(\alpha_2 - \alpha_1) + (\alpha_{2кр} - \alpha_{1кр})} \ln \frac{N_1/N_{01}}{N_2/N_{02}} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right). \quad (3)$$

Зная коэффициенты поглощения в нефтяной пленке α_1 и $\alpha_{1кр}$ и нормируя величины сигналов обратного излучения N_1 и N_2 на естественно флуктуирующие N_{01} и N_{02} , можно определить толщину пленки. В качестве лазера с λ_1 могут быть использованы лазеры на молекулярном азоте ($\lambda_1 = 337$ нм) и на алюмо-иттриевом гранате ($\lambda_2 = 532$ нм). В качестве лазера с λ_2 может быть использован лазер на красителе [5] с накачкой от одного из этих лазеров, что позволит менять в широких пределах λ_1 и λ_2 и соответственно $\lambda_{1кр}$ и $\lambda_{2кр}$, а также уменьшить относительные флуктуации измеряемых интенсивностей. Современный уровень лазерного и электронного приборостроения позволяет обеспечить необходимые мощности лазеров на красителе, а также измерения принимаемых сигналов с точностью, лучшей 1%. Выбрав $\lambda_2 = \lambda_{1кр}$ можно упростить операцию измерения толщины. Таким образом, предложенная методика позволит существенно увеличить диапазон измерения толщин пленок, а также точности измерения.

В заключение авторы выражают благодарность доцентам кафедры общей физики ЕГУ Д. Бадаляну и А. Дадиваняну за полезные обсуждения.

Кафедра общей физики

Поступило 27.01.1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Leonard D. A., Chang G. H. Optical Detector System US Patent 3,806,727. 23 Apr 1974.
2. Абрамов О. И. и др. Способ определения гидрохимических и гидробиологических характеристик природных сред. Авт. свид. № 575480 от 14 июня 1977.
3. Отчет МГУ—Исследование возможностей лазерной диагностики нефтяных загрязнений водных сред. М.: 1979.
4. Hoge F. E., Swift R. N. Oil film thickness measurement using airborne laser—induced water Raman backscatter.—Appl. opt. 1980, v. 19, p. 3269.
5. Арапатьян Е. А. и др. Исследование генерационных характеристик 1,4-бис [2,5-диметилстирил] бензола при возбуждении УФ азотным лазером.—ЖПС. 1979, т. XXX, вып. 1, с. 159.

Ա. Ա. ՄԵԼԻՔ-ՍԱՐԳՍՅԱՆ, Ա. Հ. ՆԱԶԱՐՅԱՆ, Լ. Տ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Գ. Մ. ՍԵՂՈՒԿՅԱՆ

ԼԻԳԱՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ ՋՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻ ՎՐԱ ԳՏՆՎՈՂ ՆԱՎԹԻ ԽԱՂԱՆԹԻ ՀԱՍՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՍՏԱՆՑԻՈՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Նկարագրված է λ_1 և λ_2 ալիքի երկարություններով երկու լազերների օգտագործմամբ ջրային մակերևույթի վրա նավթի թաղանթի հաստության որոշման դիստանցիոն մեթոդ: Չափվում է նշված երկու ալիքներով գրգռված ջրի կոմբինացիոն ցրման ազդանշանների հարաբերության փոփոխությունը:

Ցույց է տրված այս մեթոդիկայի առավելությունը նախկինում այս նպատակի համար օգտագործվող մեթոդիկայի նկատմամբ, որտեղ թաղանթի հաստությունը որոշվում է մի լազերով գրգռված ջրի կոմբինացիոն ցրման շերտի թևերի վրա երկու ալիքի երկարությունների ինտենսիվությունների հարաբերությունը չափելով: