

Г.К.Кадирбаева¹, К.С.Чежимбаева¹, В.Вуйцик², М.А.Хизирова¹

¹Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті,
Алматы, Қазақстан

²Люблин техникалық университеті, Польша
E-mail: g.kadirbayeva@aes.kz

ТАЛШЫҚТЫ БРЭГГ ТОРЛАРЫН ҚОЛДАНУ АЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Аңдатпа. Қазіргі кезде талшықты оптикалық байланыс желілерінің пайдалану ауқымы артқан сайын, желінің жұмыс жасауын бақылайтын көмекші құралдар мен құрылғылар – талшықтың сыртқы ортаның әсерінен болған қысымына және ортаның температурасына тәуелділігін анықтау маңыздылығы артуда. Мақалада талшықты Брэгг торына (ТБТ) негізделген температуралық және деформациялық сенсорларды үлкен қашықтықта орналасқан және қауіпті әртүрлі жарылғыш, күшті электромагниттік сәуле шығаратын орталарда, мұнай, газ құбырларындағы температура мен қысымды өлшеуге, магистралды талшықты байланыс желісі жүргізілген орталардағы температураны анықтау мақсатында кеңінен қолданатындылығы сипатталады. Сонымен қатар, Брэгг толқын ұзындығының ығысуының деформацияға және де температураға тәуелділігі көрсетілді. Жұмыста жалпы талшықты Брэгг торларының маңыздылығы, сонымен бірге олардың байланыс салаларында қолданылуы көрсетілді.

Жұмыстың негізгі мақсаты - талшықты Брэгг торларымен таныстыру, жалпы ұғымдар және талшықты брэгг торларын қолдану аясы және оларды пайдалану мүмкіндіктерін көрсету болып табылады.

Түйінді сөздер. Голографиялық тор, спектрлік диапазон, лазерлік импульс, резонанс.

Кіріспе.

Қазіргі таңда талшықты оптика тек қана телекоммуникация мәселелерімен шектелмейді. Талшықты оптикалық технологиялар негізінде талшықты датчиктер, лазерлік физика белсенді дамуда. Осы технологиялардың дамуына елеулі серпін 1978 жылы талшықты жарық өткізгіштердің фотосезімталдығының ашылуын берді, яғни жоғары энергетикалық оптикалық сәулеленудің әсерінен талшықты жарық өткізгіштердің өзегінің негізін құрайтын германиймен легирлеген кварц әйнектің сыну көрсеткішін тұрақты түрде өзгерту мүмкіндігі, бұл Брэгг-Вульф тиімділігіне негізделіп Брэгг торлары деп аталатын талшықты периодты құрылымдарды қалыптастыруға мүмкіндік берді. Талшықты оптикалық Брэгг торы бұл ультраүлгін (УК) сәулеленуімен талшықтың өзегіне тікелей тіркелген голографиялық тор. Талшықты оптикалық Брэгг торларын талшықты оптиканың әр түрлі құрылғыларында негізгі элементтері ретінде қолдану маңызды. Олар шағылысудың тар спектрі және оптикалық жоғалтулары, габариттері мен салмағы аз, электростатикалық кедергілерден туындаған кедергілерге төзімділігі секілді сипаттамаларына байланысты ерекшеленеді.

Талшықты Брэгг торларын телекоммуникация саласында арнайы кесу сүзгілері, оптикалық циркуляторы бар мультиплексор/демультиплексорларында, оптикалық енгізу-шығару мультиплексорында (OADM) тиімді қолданылады. Брэгг толқын ұзындығы талшықтың керілуі мен температурасына тәуелді. Бұл тиімділік өз кезегінде, яғни шағылысқан толқын ұзындығының өзгерісі бойынша температура немесе түсірілген

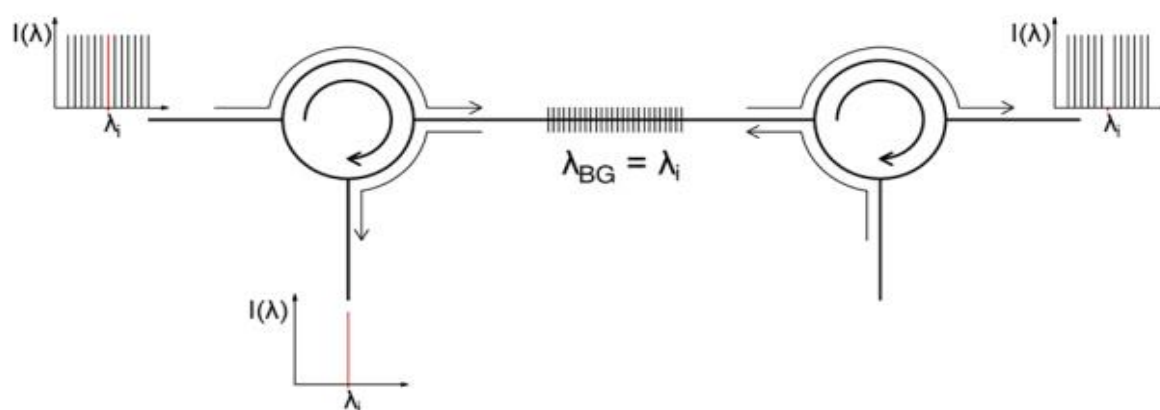
жүктеме шамасын анықтауға мүмкіндік береді. Осыдан, талшықты Брэгг торлары қасиеттеріне байланысты температура, қозғалыс, қысым датчиктерінің сезімтал элементтері ретінде пайдалану кеңінен қолданысқа ие болды.

Материалдар мен тәсілдер.

Брэгг талшықты торы – бұл оптикалық талшықтың өзегіне кеңістіктік модуляцияланған лазер сәулесінің әсерінен пайда болатын сыну көрсеткішінің периодты өзгеруі [1].

Телекоммуникация құралдарының дамуымен, ақпараттық ағындардың ұлғаюымен, жаһандық ақпараттық жүйелер мен дерекқорлардың өсуімен, пайдаланушылар санының кеңеюімен байланысты ақпаратты беру жылдамдығын арттыру қажеттілігі оптикалық арналардың спектрлік мультиплексреуін (WDM) қолдана отырып, талшықты-оптикалық байланыс желілерін дамытуға әкелді. Қазіргі уақытта көршілес 50 ГГц-тік арналар арасындағы аралықты белгілейтін байланыс желілерінің тиісті стандарттары әзірленді (1,5 мкм-ге жақын спектрлік диапазонда шамамен 0,4 нм). Тәжірибелік байланыс желілерінде бір арнаның ақпаратты тарату жылдамдығы 20 Гбит/с құрайды, ал олардың жалпы саны 200-ге жетеді. Мұндай байланыс желісіндегі ақпаратты таратудың жалпы жылдамдығы 8 Тбит/с құрайды, бұл өте үлкен шама. 100 Гбайт сыйымдылығы бар қатты дискіде сақталған мағлұматтар мұндай жылдамдықта тек 100 миллисекундқа беріледі деп айтуға болады. Әрине, мұндай маңызды прогресс талшықты оптика жүйелерін және олардың элементтік базасын үнемі жетілдіруге негізделген. Атап айтқанда, ақпаратты берудің және қабылдаудың жоғары жылдамдықты жүйелері сәтті игерілуде, световодтардың өткізу қабілеті мен оптикалық күшейткіштердің спектрлік диапазоны кеңеюде. Осыған байланысты сипатталған жүйелердің жұмысында талшықты торларының маңызды қосымшаларын атап өтеміз [2].

Мұндай байланыс желілерінің сәтті жұмыс істеуі үшін ТБТ негізінде жасалған жеке спектрлік арналардың кіріс/шығыс құрылғыларының болуы қажет. Толқын ұзындығы λ_n болатын жоғары шағылу коэффициенті бар Брэгг торы негізінде және екі оптикалық циркулятор негізінде жасалған мұндай оптикалық арна селекторының сұлбасы 1 суретте келтірілген [2].



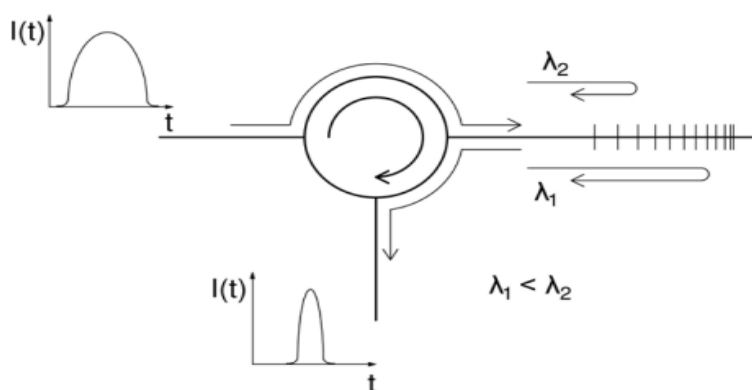
1 сурет – Талшықты-оптикалық байланыс желісіндегі спектрлік арнаны енгізу/шығару құрылғысының оптикалық сұлбасы

Талшықты Брэгг торларын қолдануды шектейтін факторлар бар, олар тор спектріндегі бүйірлік максимумдар және тор құрылымында модальдардың қозуынан туындаған оптикалық шығындар. ТБТ-ның бүйірлік резонанстарын басу үшін тордағы СК-і модуляциясының амплитудасын оның ұзындығы бойынша өзгерту ұсынылды. Ең

жақсы спектрлік сипаттамаларға белгілі бір заңға сәйкес СК-і модуляциясының біртекті профилі бар торлар ие.

Қазіргі байланыс желілеріндегі ақпарат беру жылдамдығын шектейтін тағы бір фактор ол - талшықты световодтардың хроматикалық дисперсиясы. Дисперсті ортада таралған ақпаратты тасымалдайтын лазерлік импульстар ұлғайып, бір-бірімен қабаттаса бастайды. Осыған орай, ақпаратты таратуға болатын ең жақын арақашықтық тек лазерлік импульстердің сөнуімен ғана емес, сонымен бірге дисперсиямен де шектелетіндігі шығады. Бұл қашықтықты арттыру үшін талшықты световодтардың дисперсиясын өтеу қажет [2].

Мұны айнымалы периодты ТБТ болып табылатын ықшам талшықты элементті қолдану арқылы жасауға болады (2 сурет). Мұндай торлар импульстің спектрлік компоненттері арасында белгілі бір уақыт кідірісін жасай алады және осылайша оның бастапқы пішінін қалпына келтіреді. Әдетте, дисперсияны өтеу үшін фазалық маска арқылы жазылатын үлкен ұзындықтағы торлар қажет. Қазіргі уақытта ұзындығы 1 метрден асатын сапалы торлар алынды. Айнымалы периоды 1000 пс/нм асатын торлардағы дисперсияның қол жеткізілген шамасы 1,55 мкм толқын ұзындығындағы стандартты талшықты-оптикалық желінің 50 км-ге тең бөлігінің дисперсиясын өтеуге мүмкіндік береді [2-3].



2 сурет – Ауыспалы периодты талшықты Брэгг торының негізінде құрылған дисперсиялық компенсатордың оптикалық сұлбасы

Сонымен қатар, ақпаратты ұзақ қашықтыққа тарату кезінде импульстердің дисперсиялық ұлғаюының орнын толтырудан басқа, оптикалық сигналды мезгіл-мезгілмен күшейтіп отыру керек, себебі ол қазіргі заманғы талшықты световодтардың оптикалық шығындарының өте төмен болғанына қарамастан тез әлсірейді (~0,2-0,3 дБ/км). Әдетте, әр 50-100 км байланыс желісі арқылы сигналды күшейту үшін эрбийлі талшықты күшейткіштер қолданылады (1,55 мкм диапазонындағы желілер үшін). Бірнеше оптикалық арналарды бір уақытта күшейту үшін күшейткіштің толқын ұзындығының тым үлкен емес өзгерістері болуы керек, яғни қолданылатын спектрлік диапазонда күшейту коэффициенті тұрақты болуы керек (әдетте, бұл шаманың өзгеруі оннан бір бөліктен аспауы керек децибель). Өкінішке орай, эрбийлі күшейткіштердің күшейту коэффициенттерінде айтарлықтай спектрлік өзгерістер болады, олар көптеген факторларға байланысты: солардың бірі эрбий иондарының концентрациясы, толқын ұзындығы және оптикалық сіулеленудің интенсивтілігі, световодтың ұзындығы және т.с.с. Талшықты торларды қолдану күшейту спектрін модификациялауға, оны тегіс етуге немесе сигналдар күшейгеннен кейін пайда болатын қажетсіз спектрлік бұрмалануларды түзетуге мүмкіндік береді. Күшейту спектрін тегістеу үшін световодтың осіне қатысты перпендикуляр немесе көлбеу сызықты ТБТ, сондай-ақ ұзын талшықты торларды қолдануға болады [4].

Нәтижелер мен талқылау.

Талшықты Брэгг торының резонанстық толқын ұзындығы световод өзегінің эффективті СК-не және оның модуляция периодына тәуелді. Ал өз кезегінде, бұл екі параметр сыртқы деформациялаушы кернеу мен температураға тәуелді. (1) өрнекті қолдана отырып, деформация мен температураның әсерінен шағылу орталық толқын ұзындығының ығысуын келесідей, (12) өрнекке сәйкес жазуға болады [4-5]:

$$\Delta\lambda_B = 2 \left(\Lambda \frac{\partial n}{\partial l} + n \frac{\partial \Lambda}{\partial l} \right) \Delta l + 2 \left(\Lambda \frac{\partial n}{\partial T} + n \frac{\partial \Lambda}{\partial T} \right) \Delta T. \quad (1)$$

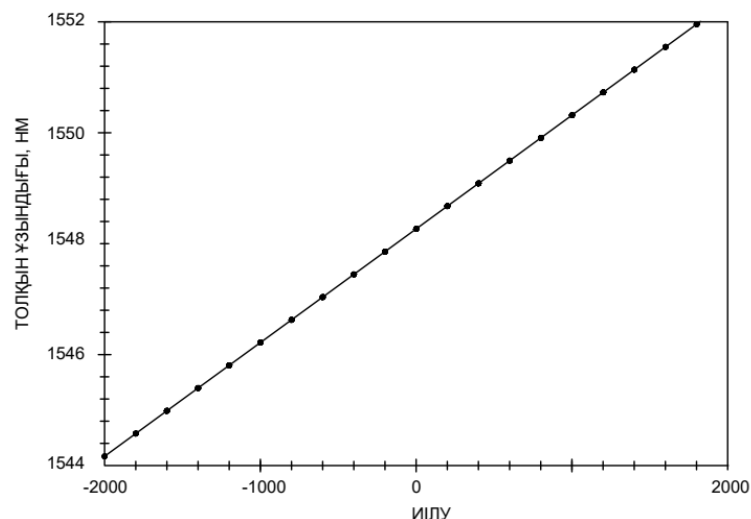
(2) өрнектегі бірінші мүше деформацияның талшыққа әсерін көрсетеді. Оның физикалық мәні серпімді-оптикалық әсерден туындаған тор периоды мен СК-нің өзгеруінде. Бұл эффектіні келесі өрнекпен сипаттауға болады:

$$\Delta\lambda_B = \lambda_{B0} (1 - p_\varepsilon) \varepsilon(z), \quad (2)$$

мұндағы p_ε – серпімді-оптикалық эффектінің эффективті тұрақтысы, ол келесідей, (3) формулаға сәйкес анықталады:

$$p_\varepsilon = \frac{n^2}{2} [p_{12} - \nu(p_{11} + p_{12})], \quad (3)$$

мұндағы p_{12} және p_{11} – серпімді-оптикалық эффекті тензорының компоненттері, n – световод өзегінің СК-і, ал ν – Пуассон коэффициенті. Параметрлері $p_{12} = 0,252$, $p_{11} = 0,113$, $\nu = 0,16$ және $n = 1,482$ тең болатын бір модалы стандартты ОТ үшін ТБТ-ның 1550 нм толқын ұзындығында және салыстырмалы ұзару кезіндегі $\varepsilon(z) = 10^{-6}$ деформацияға қарсы сезімталдылық 1,2 пм тең. Деформация нәтижесінде Брэгг толқын ұзындығының ығысуын зерттеудің эксперименттік нәтижелері (созылу/қысу) 3.3 суретте көрсетілген [5].

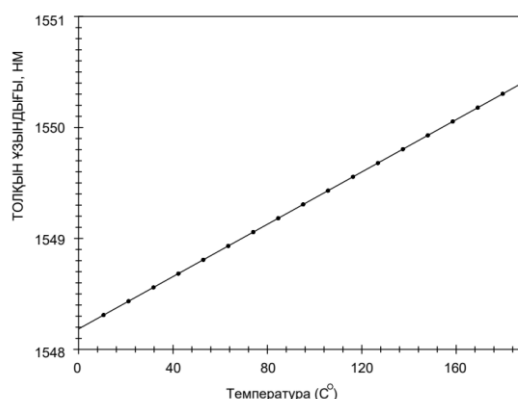


3 сурет – Брэгг толқын ұзындығының ығысуының деформацияға тәуелділігі

(2) өрнектегі екінші мүше Брэгг торына температураның әсерін көрсетеді. Брэгг толқын ұзындығының ығысуы кварцтың температуралық кеңеюіне байланысты, бұл тор периодының өзгеруіне, сондай-ақ талшықтың СК-нің өзгеруіне әкеледі. ΔT температура өзгерген кезде мұндай λ_B ығысу келесідей жазылуы мүмкін, (4) формула:

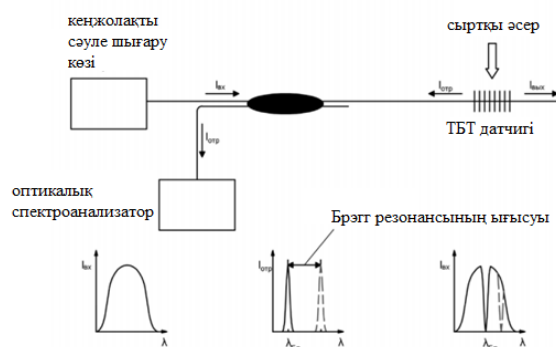
$$\Delta\lambda_B = \lambda_B(\alpha + \xi)\Delta T, \quad (4)$$

мұндағы $\alpha = (1/\lambda)(\delta\lambda/\delta T)$ – термиялық ұлғаю коэффициенті (кварц үшін $\alpha = 0,55 \cdot 10^{-6}$), $\xi = (1/n)(\delta n/\delta T)$ – термооптикалық тиімділік коэффициенті (германий қосылған талшықтар үшін $8,6 \cdot 10^{-6}$ тең). Көріп тұрғанымыздай, СК-нің өзгеруі басым тиімділік болып табылады. (4) теңдеуінен бір модальды оптикалық талшықтағы Брэгг торының температуралық ығысуы $\sim 13,7$ пм/°C құрайды деп есептеуге болады. 4 суретте талшықты Брэгг торының резонанстық толқын ұзындығының температураға тәуелділігі көрсетілген [6].



4 сурет – ТБТ резонансының толқын ұзындығының температураға тәуелділігі

Брэгг торларының негізінде сенсорлық жүйелерді құрудың көптеген жолдары бар. Қарапайым жағдайда сенсорлық жүйе - оптикалық сплиттер арқылы жарық сигналының көзі мен анализатор блогына қосылған нүктелік сенсор болып табылады (5 сурет). Көзден алынған сигнал сезімтал элементпен көрінеді. Шағылу толқын ұзындығы анализатор блогымен орнатылады [7-8].



5 сурет – Брэгг торларындағы қарапайым талшықты-оптикалық сенсор тізбегі

Әдетте, анализатор (Bragg grating interrogator) жолақты спектрометр болып табылады. Әр түрлі спектрометрлер бар: дисперсиялық элемент ретінде дифракциялық тор қолданылатын стандартты дифракциялық спектрометрлерден бастап, Фабри-Перо интерферометріне негізделген анализаторларға дейін [9].

Талшықты-оптикалық сенсорлардың негізгі артықшылықтарының бірі - оларды массивтерге салыстырмалы түрде оңай біріктіруге (мультиплекстеуге) болады. Көбінесе

Брэгг торларындағы талшықты сенсорларда мультиплексингтің екі түрі қолданылады - толқын ұзындығы юйынша мультиплекстеу (Wavelength Division Multiplexing-WDM) және уақыт бойынша мультиплекстеу (Time Division Multiplexing-TDM) [10-11].

TDM уақыттық мультиплекслеу жүйе арқылы сигналдың жылдамдығын талдауға негізделген. Әрбір сенсор талшықты световодтармен бөлінеді, оның бойымен сигналдың өтуі үшін оған алдын-ала белгілі бір уақыт қажет. Сигнал көзі жүйеге қысқа импульс жібереді. Шығыстағы сигнал – бұл уақыт бойынша дифференциалданған импульстер жиынтығы, олардың әрқайсысы әрбір сенсордың күйі туралы ақпаратты сақтайды. Таза түрде мұндай мультиплекстеу жүйесі Брэгг талшықты сенсорларын біріктіру үшін сирек қолданылады, бірақ күрделі жүйенің құрамдас бөлігі ретінде оны жиі қолданады.

WDM мультиплекслеу принципі әр сенсорлық элемент өзінің ерекше топ периодымен жазылатындығына негізделген, бұл оларды талдау кезінде спектр бойынша ажыратуға және сәйкесінше әр сенсордың көрсеткіштерін бөлек жазуға мүмкіндік береді. Массивтегі сенсорлардың саны негізінен көздің спектрлік енімен және анализатордың динамикалық диапазонымен шектеледі [11].

Қортыныды

Талшықты Брэгг торларына негізделген датчиктерде сигнал оптикалық талшық арқылы өтетін жарық болып табылады (мыс сым арқылы өтетін электр тогының орнына). Бұл түбегейлі айырмашылық электр датчиктеріне тән көптеген мәселелерді жеңуге мүмкіндік береді. Олар өткізгіш емес, электрлік пассивті және электромагниттік кедергілерге төзімді болып келеді. Электромагниттік өрістердің әсерінен қорғаныс, радиациялық төзімділік, жоғарғы сезімталдықты өлшеудің кең динамикалық диапазоны, сезімтал элементтердің спектрлік және кеңістіктік мультиплексірлену мүмкіндігі, жасау қарапайымдығы талшықты Брэгг торларының артықшылығын айқындай түседі. Оптикалық талшықты датчиктер әр түрлі салаларда кеңінен қолданылады, өйткені олардың бірқатар артықшылықтары бар. Жанғыш, жарылғыш және басқа да қатаң жұмыс жағдайында электрлік датчиктердің қолданыс аясы шектеледі. Мұндай қатаң жағдайларда оптикалық талшықты сенсорлар өлшеу құрылғыларының тиімді баламасы ретінде қарастырылады. Қазіргі уақытта оптикалық талшық негізіндегі сенсорларды зерттеуге бағытталған бірқатар жұмыстар шешілмеген мәселелерді шеше алатын практикалық қосымшаларды әзірлеу үшін жасалуда.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] G.K. Kadirbayeva*, K.S. Chezhibayeva, S.K. Orazaliyeva, N.T. Zhetenbayev. «Investigation of the principle and properties of fiber Bragg gratings with phase shifts», Scientific and technical journal "Bulletin of the Almaty University of Power Engineering and Telecommunications", Number 56, edition 1, March 30, 2022. P: 133-143.

[2] Вуйцик В., Жунусов К.Х., Смайлов Н.К. «Қазіргі замандағы талшықты-оптикалық байланыс желілері мен брэг торының температураға тәуелділігін анықтау». «Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар: білім, ғылым, тәжірибе» атты ІІ Халықаралық ғылыми- тәжірбиелік конференцияның ЕҢБЕКТЕРІ, Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан, 2015 жыл ІІ том С. 306-309

[3] Вуйцик В., калижанова А., Кашаганова Г., Смайлов Н. «Elongation determination using finite element and boundary element method», Совместный выпуск По материалам международной научной конференции Вычислительные технологии Том 20 Вестник казну им. Аль-фараби Серия математика, механика и информатика №3 (86) Часть ІІ Алматы – Новосибирск, 2015 С. 145-151 ISSN 1560-7534, ISSN 1563-0285.

[4] Homa D., Hill C., Floyd A., Pickrell G., «Fiber Bragg gratings embedded in 3D printed prototypes», *Sci. Adv. Today* 2016, 2, 25242.

[5] Nascimento M., Novais S., Ding M., Ferreira M.S., Koch S., Passerini S., Pinto J.L., «Internal strain and temperature discrimination with optical fiber hybrid sensors in Li-ion batteries» *J. Power Sources* 2019, 410,

[6] H. Tsuda, Fiber Bragg grating vibration sensing system, insensitive to Braggwavelength and employing fiber ring laser, *Opt. Lett.* 35 (July 14) (2010)2349–2351.

[7] L. Dziuda, F.W. Skibniewski, M. Krej, P.M. Baran, Fiber Bragg grating based sensor for monitoring respiration and heart activity during magnetic resonance imaging examinations, *J. Biomed. Opt.* 18 (May 5) (2013), 057006.

[8] P. Roriz, O. Frazao, A.B. Lobo-Rebeiro, J.L. Santos, J.A. Simoes, Review of fiberoptic pressure sensors for biomedical and biomechanical applications, *J. Biomed. Opt.* 18 (May 5) (2013), 050903.

[9] S. Yin, P.B. Ruffin, F.T.S. Yu (Eds.), *Fiber Optic Sensor*, 2nd edition, CRC Press, Taylor and Francis Group, 2008.

[10] M. Moccia, M. Pisco, A. Cutolo, V. Galdi, P. Bevilacqua, A. Cusano, Opto-acoustic behavior of quoted fiber Bragg grating, *Opt. Express* 19(September 20) (2011) 18842–18860.

[11] S. Foster, A. Tikhomirov, J. van Velzen, Towards a high-performance fiber laser hydrophone, *J. Lightwave Technol.* 29 (May 9) (2011) 1335–1342.

[12] K. Vivek, R. Rajesh, C.V. Sreehari, S. Sham Kumar, K. Shajahan, T.K. Praveen, T. Santhanakrishnan, K.P.B. Moosad, A new approach of large diameter polymer-coated fiber laser hydrophone, *J. Lightwave Technol.* 35 (October 19) (2017) 4097–4104.

[13] M. Jones, A sensitive issue, *Nat. Photonics* 2 (March) (2008) 153–154.

[14] M.R. Mokhtar, K. Owens, J. Kwasny, S.E. Taylor, P.A.M. Basheer, D. Cleland, Y. Bai, M. Sonebi, G. Davis, A. Gupta, I. Hogg, W. Doherty, S. McKeague, D. Moore, K. Greeves, T. Sun, K.T.V. Grattan, Fiber-optic strain sensor system with temperature compensation for arch bridge condition monitoring, *IEEE Sensors J.* 12 (May 5) (2012) 1470–1476.

[15] G. Rodriguez, R.L. Sandberg, Q. McCulloch, S.I. Jackson, S.W. Vincent, E. Udd, Chirp fiber Bragg grating detonation velocity sensing, *Rev. Sci. Instr.* 84 (January 1) (2013), 015003.

[16] M.D. Marazuela, M.C. Moreno-Bondi, Fiber optic biosensors – an overview, *Anal. Bioanal. Chem.* 372 (2002) 664–682.

[17] J. Albert, Tilted fiber Bragg gratings as multi-sensors, *OPN Opt. & Photon. News* 22 (October 10) (2011) 28–33.

[18] F. Chiavaioli, F. Baldini, S. Tombelli, C. Trono, A. Giannetti, Biosensing with optical fiber gratings, *Nanophoton.* 6 (2017) 663–679.

[19] S. Kaushik, U. Tiwari, Nilima, S. Prashar, B. Das, R.K. Sinha, Label-free detection of *E. coli* bacteria by cascaded chirped long period gratings immunosensor, *Rev. Sci. Instr.* 90 (February 2) (2019), 025003.

REFERENCES*

[2] Wojcic W. Zhunusov K.H., Smajlov N.K. «Қазиргі замандары талшықты-оптикалық байланys zhelileri men brjeg торyнуң температурға тәуелдiligин анықтау». «Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар: bilim, ғылым, тәzhiribe» атты II Халықаралық ғылыми-тәzhiribelik конференсияның ЕҢБЕКТЕРИ, Алматы, Қазақстан, 3-4 желтоқсан, 2015 жыл II том S. 306-309

[3] Wojcic W., Kalizhanova A., Kashaganova G., Smailov N., «Elongation determination using finite element and boundary element method», *Sovmestnyj vypusk Po materialam mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii Vychislitel'nye tehnologii Tom 20 Vestnik*

kaznu im. Al'-farabi Serija matematika, mehanika i informatika №3 (86) Chast' II Almaty – Novosibirsk, 2015 S. 145-151 ISSN 1560-7534, ISSN 1563-0285.

Gulim Kadyrbaeva, doctoral student, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeyev, Almaty, Kazakhstan, g.kadirbayeva@aes.kz

Katipa Chejimbaeva, candidate of technical sciences, professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeyev, Almaty, Kazakhstan, k.chezhimbayeva@aes.kz

Waldemar Wujcik, doctor of technical sciences, professor, Lublin Technical University, Lublin, Poland, waldemar.wojcik@pollub.pl

Mukhabbat Khizirova, candidate of technical sciences, docent, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeyev, Almaty, Kazakhstan, m.khizirova@aes.kz

THE SCOPE OF APPLICATION OF FIBER BRAGG GRATINGS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR USE

Annotation. Currently, as the operational range of fiber-optic communication lines increases, the importance of auxiliary means and devices that control the functioning of the network increases-determining the dependence of the fiber on the pressure caused by the external environment and the temperature of the medium. The article describes that temperature and strain sensors based on the Bragg fiber mesh (TBT) are widely used in environments located at long distances and emitting dangerous various explosive, strong electromagnetic radiation, to measure temperature and pressure in oil and gas pipelines, to determine the temperature in environments in which the Backbone fiber communication network was conducted. In addition, Bragg showed the dependence of the wavelength shift on deformation and temperature. The paper demonstrated the importance of fibrous Shore nets in general, as well as their application in communication fields.

The main purpose of the work is to introduce Bragg fiber networks, general concepts and scope of application of Bragg fiber networks and demonstrate the possibilities of their use.

Keywords. Holographic grid, spectral range, laser pulse, resonance.

Гулим Кадирбаева, докторант, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, g.kadirbayeva@aes.kz

Катипа Чежимбаева, к.т.н., профессор, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, k.chezhimbayeva@aes.kz

Вальдемар Вуйчик, д.т.н., профессор, Люблинский технологический университет, Люблин, Польша, waldemar.wojcik@pollub.pl

Мухаббат Хизирова, к.т.н., доцент, Алматинский университет энергетики и связи имени Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, m.khizirova@aes.kz

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛОКОННЫХ БРЭГГОВЫХ РЕШЕТОК И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Аннотация. В настоящее время по мере увеличения эксплуатационного диапазона волоконно – оптических линий связи возрастает значение вспомогательных средств и устройств, контролирующих функционирование сети-определение зависимости волокна

от давления, вызванного внешней средой, и температуры среды. В статье описывается, что датчики температуры и деформации на основе волоконной Брэгговской решетки (ВБР) широко используются в средах, расположенных на больших расстояниях и излучающих опасное различное взрывное, сильное электромагнитное излучение, для измерения температуры и давления в нефтяных, газопроводах, для определения температуры в средах, в которых проводилась Магистральная волоконная сеть связи. Кроме того, Брэгг показал зависимость сдвига длины волны от деформации и температуры. В работе была продемонстрирована важность волокнистых Брэгговских сеток в целом, а также их применение в коммуникационных областях.

Основная цель работы - познакомить с волоконными сетями Брэгга, общими концепциями и сферой применения волоконных сетей Брэгга и продемонстрировать возможности их использования.

Ключевые слова. Голографическая сетка, спектральный диапазон, лазерный импульс, резонанс.
