

Cykl „Ewolucja, czy rewolucja?” to projekt edukacyjny zainspirowany współpracą redakcji „Polskiego Instalatora” z fachowcami z Akademii Viessmann. Do udziału w nim zapraszamy także inżynierów czy szkoleniowców z innych firm branży grzewczej oraz z innych branż w zakresie instalacji.

W kolejnych artykułach cyklu chcemy prześledzić – na konkretnych przykładach – ostatnie lata czy dekady rozwoju technologii w instalacjach, modyfikację idei towarzyszących zmianom, a także poznać trendy i perspektywy na najbliższe lata. Mamy też nadzieję znaleźć odpowiedź na zasadnicze pytanie: czy zmiany, jakie zaszły, to rewolucja, czy ewolucja? Za nami pierwszy artykuł cyklu – „Stal kwasoodporna w budowie kotłów” (PI 4/16).



Ewolucja, czy rewolucja: kolektory słoneczne

Dawid Pantera

Zdajemy sobie sprawę z dużego potencjału energii, jaka dociera do nas ze Słońca, ale czy wiemy, że obszary pustynne na Ziemi absorbują jej w ciągu sześciu godzin więcej, niż ludzie zużywają przez cały rok? – To naturalny megaabsorber! Świadomość tego zjawiska niewątpliwie miała wpływ na kierunki prac badawczych i rozwój technologii związanych z efektywnym pozyskiwaniem i wykorzystaniem energii słonecznej w celach praktycznych.

Po raz pierwszy na poważnie zaczęto myśleć o wykorzystaniu energii słonecznej przy okazji tzw. pierwszego kryzysu energetycznego w 1973 r., kiedy to 16 października kraje OPEC podniosły cenę baryłki ropy z 2 na 5 dolarów i wprowadziły embargo na dostawy do USA i Holandii. Sześć lat później, w roku 1979, drugi kryzys naftowy spowodował dalszy wzrost ceny ropy naftowej i ten wzrost trwa do dziś.

Branża grzewcza, reagując na zmiany na rynku paliwowym, wkrótce po pierwszym kryzysie energetycznym przestawiła swoje propozycje rozwiązań. W roku 1975, podczas targów ISH we Frankfurcie, zaprezentowano seryjnie budowane płaskie kolektory słoneczne oraz pompy ciepła typu powietrze-woda. Pojawienie się odnawialnych źródeł energii w zastosowaniu dla małych domów można określić mianem REWOLUCJI, pisanej wielkimi literami, bo oto po raz pierwszy zaczęto głośno mówić o rozwiązaniach ekologicznych i ekonomicznych w takim kontekście i z takim przeznaczeniem. Co ciekawe – gdzieś tam w Niemczech można wciąż jeszcze spotkać pracujące kolektory z tego okresu. Trwałość tamtych rozwiązań i dzisiejszych nie różni się znacznie, chociaż konstrukcje przeszły wiele etapów rozwoju.

Trwały jak kolektor słoneczny

Kolektory płaskie pojawiły się jako pierwsze. Dziś ich budowę można określić jako klasyczną: absorber ze specjalną powłoką selektywną, izolacja termiczna oraz przeźroczyste przykrycie absorbera. Absorber najczęściej wykonywany był (i nadal jest) z miedzi, a w późniejszym czasie – także z aluminium.

Niezwykle ciekawe i zarazem stanowiące niepodważalny dowód trwałości kolektorów słonecznych były wyniki badań kolektora słonecznego po 17 latach jego pracy, które przeprowadzono w Instytucie ISFH w Emmerthal w Niemczech w 1995 r.

! W efekcie badań okazało się, że po 17 latach pracy sprawność optyczna płaskiego kolektora słonecznego pozostała bez zauważalnych zmian i wynosiła równe 70% – tyle samo, co w chwili sprzedaży. Uplływ czasu miał naturalnie wpływ na współczynniki strat a_1 i a_2 , których wartości wzrosły, lecz informacja o trwałości kolektora była niepodważalna i poszła w świat.

Obecnie, w nowych kolektorach płaskich, sprawność optyczna jest wyższa i sięga nawet

86%, a średnio na rynku oscyluje wokół wartości 80%. Jest więc poprawa w tym zakresie, ale nie można tego określić mianem rewolucji. Różnica w sprawności wynika przede wszystkim ze sposobu przykrycia absorbera. Początkowo stosowano tworzywo, a dziś używa się szkła hartowanego, nierzadko pokrytego dodatkową warstwą antyrefleksyjną redukującą do minimum efekt odbicia promieni słonecznych.

Narodziny kolektora próżniowego

Po kolektorach słonecznych płaskich wkrótce na rynku zadebiutował nowy produkt w postaci kolektorów próżniowych. Z założenia kolektory próżniowe miały zwiększyć ilość pozyskiwanej energii dzięki zredukowaniu do minimum strat energii do otoczenia. Kolektor płaski podczas pracy nagrzewa się, przez co zaczyna pojawiać się strata, zwiększająca się wraz ze wzrostem różnicy temperatury między kolektorem a otoczeniem. Gdy ta różnica wynosi około 70 K, kolektor uzyskuje już tylko połowę deklarowanej energii. W kolektorze próżniowym w miejsce klasycznej izolacji z wełny mineralnej zastosowano tzw. głęboką próżnię (tabela 1, rys. 1). Pojawienie się

Tabela 1. Parametry dla kolektorów próżniowych

Ciśnienie otoczenia	~1000 mbar
Graniczne ciśnienie przewodzenia ciepła	1 mbar
Ciśnienie panujące w nowej rurze próżniowej	0,000001 mbar

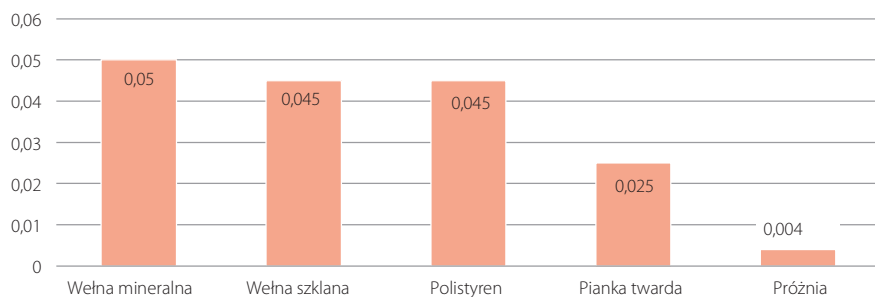
kolektora próżniowego było pewną formą ewolucji kolektorów słonecznych.

Trzeba zaznaczyć, że oba modele, zarówno kolektor płaski, jak i próżniowy, nadal dostępne są na rynku i sprzedawane są równoległe. Zebrane doświadczenie nie wskazało w zdecydowany sposób jedynego słusznego rozwiązania, lecz ułatwiło wybór typu kolektora pod konkretne rozwiązania.

Oba kolektory przeznaczone są w głównej mierze do wspomagania ogrzewania ciepłej wody użytkowej. Pozwalają zredukować zapotrzebowanie energii na ten cel nawet o 60% w ciągu roku. Od początku stanowiły i nadal stanowią najtańsze źródło energii cieplnej. Niemniej jednak użytkownicy wciąż borykali się z problemem braku odbioru ciepła z instalacji kolektorów słonecznych, np. podczas wyjazdów urlopowych czy awarii zasilania elektrycznego. Coraz wyższa sprawność oraz coraz skuteczniejsza izolacja termiczna powodowały, że kolektory bez zapewnionego odbioru ciepła łatwo osiągały temperaturę przekraczającą 200°C. W tej temperaturze czynnik solarny znajduje się już tylko w postaci pary, a instalacja nie pracuje.

Jak ograniczyć nagrzewanie się kolektorów?

Pierwsze rozwiązania dotyczące ograniczenia temperatury maksymalnej kolektora pojawiły się w odniesieniu do kolektorów próżniowych. Na początku wdrożono pomysł z wkładkami termostatycznymi, który wydawał się rewolucyjny i nawet przez długi czas był, jednak ostatecz-


1. Porównanie przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych i próżni stosowanej w rurach kolektorów próżniowych [W/(m·K)]

nie przegrał próbę czasu. Przed wyjaśnieniem mechanizmu jego działania należy przypomnieć, że na rynku dostępne są dwie wersje kolektorów próżniowych:

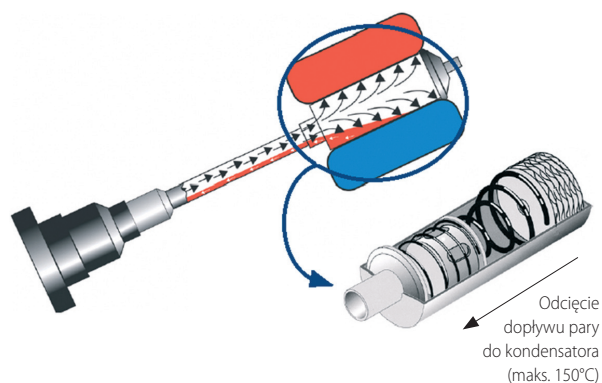
- z przepływem bezpośrednim,
- typu heat-pipe (rurka cieplna).

W pierwszym modelu medium niezamarzające przepływa przez każdą rurę kolektora próżniowego i bezpośrednio od absorbera odbiera ciepło, przekazując je dalej w kotłowni do odbiornika ciepła, co korzystnie przekłada się na sprawność kolektora. Słabą stroną tego rozwiązania jest jednak duża pojemność cieczowa oraz bardzo wysoka maksymalna temperatura. Natomiast rozwiązanie oparte o rurkę cieplną można przedstawić dokładnie odwrotnie: charakteryzuje się ono mniejszą nawet o 70% pojemnością cieczową oraz niższą maksymalną temperaturą kolektora, lecz jednocześnie – niższą sprawnością.

Wkładki termostatyczne.

W kolektorze typu heat-pipe każda rura stanowi niezależny kolektor spięty w górnej części, w tzw. kolektorze zbiorczym. W górnej części rurki cieplnej, w kondensatorze, medium oddaje energię cieplną do czynnika niezamarzającego. I właśnie ten model kolektora próżniowego pozwolił na zastosowanie nowego rewolucyjnego rozwiązania – wkładek termostatycznych odcinających dopływ ciepła do kolektora zbiorczego (rys. 2). W efekcie, kolektor słoneczny po nagraniu do konkretnej temperatury, odcinał, podobnie jak głowica w grzejniku, dopływ ciepła z rurki cieplnej do kolektora zbiorczego. Rozwiązanie jest naprawdę REWOLUCYJNE, choć, niestety, z biegiem czasu okazało się nietrwałe.

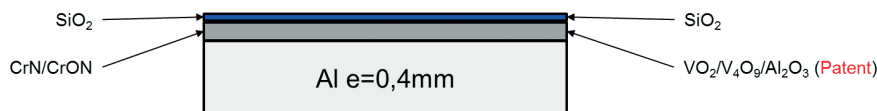
Nowe medium. Innym ciekawym i skutecznym rozwiązaniem było wykorzystanie nowego rodzaju medium w rurkach cieplnych. Do tej pory stosowano głównie alkohole lub wodę specjalnie uzdatnioną. Tutaj jednak zastosowano pentan, a więc związek chemiczny z rodziny alkanów, którego właściwości pozwoliły na ograniczenie maksymalnej temperatury kolektora słonecznego do 145°C. Związek ten powyżej wspomnianej temperatury znajduje się całkowicie w obszarze pary przegrzanej i dalsze jego nagrzewanie wymaga dużych


2. Działanie wkładek termostatycznych odcinających dopływ ciepła do kolektora zbiorczego w kolektorach typu heat-pipe

ilości energii. Rozwiązanie to można określić mianem ewolucji: od wkładki termostatycznej po medium, jednak w dalszym ciągu poruszano się tylko w obszarze kolektora próżniowego. A co z kolektorami płaskimi?

Nowa warstwa selektywna absorbera. Otóż dość niedawno, bo zaledwie kilka miesięcy temu, pojawiło się kolejne rozwiązanie, które, jak się wydaje, w pełni zasługuje na miano rewolucyjnego. Znajduje ono zastosowanie zarówno w kolektorach płaskich, jak również, według zapowiedzi konstruktorów, w przyszłości także w próżniowych. Testy polowe w warunkach rzeczywistych wypadły pozytywnie, a to oznacza, że wyeliminowano problem przegrzewania się kolektorów słonecznych. Rozwiązanie, o którym mowa, to zupełnie nowa warstwa selektywna pokrywająca absorber zawierająca tlenki wanadu (rys. 3). Standardowy absorber kolektora płaskiego składa się z warstwy nośnej z miedzi lub aluminium, następnie warstwy selektywnej z tlenków tytanu lub czarnego chromu i na koniec z krzemionki, czyli dwutlenku krzemu. Nowy absorber to nowa warstwa selektywna.

Na czym opiera się pomysł z tlenkiem wanadu? – Otóż tlenek wanadu pod wpływem tempera-



3. Absorber kolektora płaskiego z nową, opatentowaną warstwą selektywną: warstwa nośna z aluminium, warstwa selektywna z tlenkami wanadu, krzemionka

tury może zmieniać swoją strukturę wewnętrzną, a przez to inaczej zachowywać się względem promieniowania podczerwonego (które transmituje ciepło). W temperaturze poniżej 75°C występuje w formie półprzewodnika i jest przezroczysty dla promieniowania podczerwonego, a więc nie stanowi żadnej bariery dla promieni słonecznych. W tych warunkach współczynnik absorpcji wynosi 94%, a współczynnik emisji poniżej 6%. Jednak w temperaturze powyżej 75°C współczynnik emisji zaczyna wzrastać, osiągając wartość nawet powyżej 40%, wzrasta więc strata energii cieplnej do otoczenia, a kolektor nie nagrzewa się (według najnowszych testów maksymalna temperatura kolektora nie prze-

kracza 140°C, rys. 4, 5). Działanie nowej warstwy można porównać do kobiecych rajstop, które dzięki podobnej strukturze włókien zachowują ciepłotę ciała w zimie i jednocześnie nie utrzymują tak skutecznie ciepła w lecie.

Testy nad tym rozwiązaniem były prowadzone już od pewnego czasu, ale do tej pory nie udało się pokryć tlenkami wanadu tak dużej powierzchni, jak powierzchnia absorbera kolektora słonecznego, ponieważ związek ten po prostu się rozpadał. Nowe rozwiązanie, niestety, podnosi koszt produkcji kolektora słonecznego, ale faktem jest, iż zapewnia całkowite bezpieczeństwo pracy całej instalacji na długie lata i eliminuje jedyny mankament instalacji solarnej – przegrzewanie.

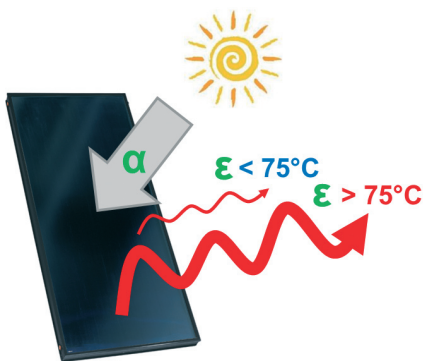
Co przyniesie przyszłość?

W Polsce blisko 70% sprzedawanych kolektorów stanowią te płaskie. Przyczyną takiego wyboru klientów jest względnie niska cena kolektorów płaskich oraz potwierdzone, skuteczne działanie. W Niemczech kolektory płaskie stanowią już blisko 97% rynku, a jedynie 3% to kolektory próżniowe. Tak mały ich udział to efekt wysokiej ceny, niewspółmiernej do efektu, jaki zapewniają w stosunku do kolektorów płaskich. Znacznie większy udział kolektorów próżniowych w polskim rynku to, niestety, następstwo pojawienia się tanich kolektorów próżniowych o bardzo niskiej jakości. Pod względem mocy całkowitej zainstalowanej

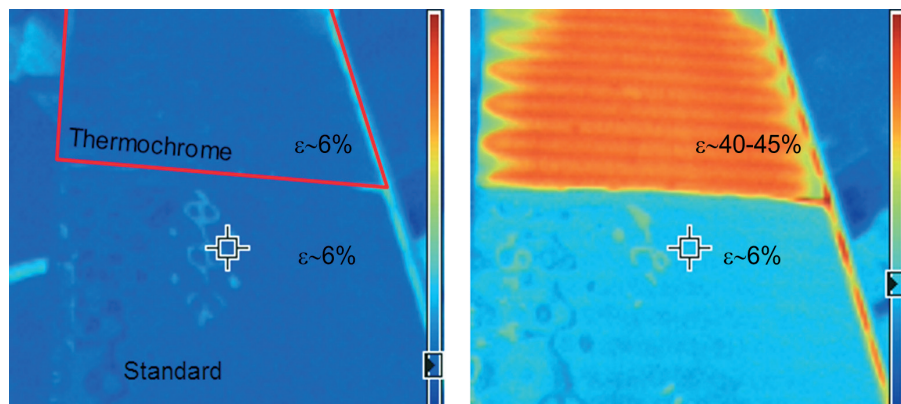
kolektorów słonecznych Polska zajmuje w Europie zaszczytne siódme miejsce, a w najlepszym momencie, w 2013 r., znajdowaliśmy się na trzecim miejscu w Europie jeśli chodzi o liczbę rocznie montowanych systemów solarnych – głównie za sprawą programów wspierających finansowo tego typu inwestycje. To pokazuje, że Polacy chcą korzystać ze źródeł odnawialnych, jednak bez dopłat te dodatkowe inwestycje są odrzucane z uwagi na koszty. Rok 2014 był pierwszym po długiej przerwie okresem bez dopłat do kolektorów słonecznych w Polsce i wyraźnie przełożyło się to na spadek sprzedaży tych urządzeń. Patrząc globalnie na liczby, spadek być może wydaje się niewielki, jednak rynek małych, domowych instalacji prawie całkowicie zamarł, a realizowane były przede wszystkim instalacje wielkopowierzchniowe i różne programy gminne.

Dlatego też ogromna nadzieja, że niekorzystne trendy pozwolą przelamać nowe technologie – kolektory słoneczne z aktywnym zabezpieczeniem przed przegrzaniem są rozwiązaniem rewolucyjnym i wydaje się, że powrót zainteresowania kolektorami słonecznymi to tylko kwestia czasu. Nasz kraj ma jeszcze bowiem olbrzymi potencjał do wykorzystania w obszarze kolektorów słonecznych. Wskaźnik liczby m² kolektorów w przeliczeniu na jednego mieszkańca jest wciąż bardzo niski i nawet o rząd wielkości gorszy niż w innych krajach. Na jednego mieszkańca w Polsce przypada jedynie 0,038 m² kolektora słonecznego, podczas gdy np. na Cyprze wskaźnik ten wynosi już 0,787 m² na mieszkańca.

Warto przy okazji przypomnieć, że w lipcu 2008 r. dyrektor Międzynarodowej Agencji Energetycznej oświadczył, że: „Jesteśmy w trakcie trzeciego kryzysu naftowego. Kryzysy w latach 70. ubiegłego wieku miały podłoże polityczne. Obecny kryzys spowodowany jest globalnym popytem, przekraczającym spadające wydobycie. Mamy do czynienia z problemem strukturalnym, który będzie się tylko zaostrzał”. Kolektory słoneczne stanowią jeden ze skutecznych sposobów rozwiązania problemów energetycznych i ekologicznych, z jakimi borykamy się obecnie. Są najtańszym źródłem czystej energii, a branża ma już ogromne doświadczenie w montażu i eksploatacji instalacji solarnych. Osobiście mocno kibicuję kolektorom.



4. Działanie nowego absorbera z tlenkami wanadu zależy od temperatury – po przekroczeniu temperatury 75°C istotnie wzrasta współczynnik emisji, dzięki czemu nie ma ryzyka przegrzania kolektorów



5. Wizualizacja termiczna współczynników emisji absorbera zależnie od temperatury – przy pokryciu absorbera standardowymi warstwami oraz nową warstwą z tlenkami wanadu

O AUTORZE

Dawid Pantera, menadżer działu Wsparcia Technicznego i Szkoleń, Akademia Viessmann

